



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Diana Elisa Tammiste**

**RÄÄTSADEGA TALLAMISE MÕJU RABAKOOSLUSTE  
TAIMESTIKULE KULLISOO NÄITEL**

IMPACT OF BOGSHOEING ON PLANT COVER OF BOG HABITATS ON THE  
EXAMPLE OF KULLISOO

Magistritöö

Keskkonnakorralduse ja -poliitika õppekava

Juhendajad: Lektor Marika Kose, *MSc*

Professor Tiiu Kull, *PhD*

Vanemteadur Lauri Laanisto, *PhD*

Tartu 2021

|  |               |  |            |
|--|---------------|--|------------|
| Eesti Maaülikool   |               | Magistritöö lühikokkuvõte                  |            |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 51006   |               |  |            |
| Autor: Diana Elisa Tammiste  |               | Õppekava: Keskkonnakorraldus ja -poliitika |            |
| Pealkiri: Räätsadega tallamise mõju rabakoosluste taimeestikule Kullisoo näitel  |               |  |            |
| Lehekülgi: 56  | Jooniseid: 18 | Tabeleid: 1                                | Lisasid: 1 |
| Osakond / Õppetool: Keskkonnakaitse ja maastikukorralduse õppetool   |               |  |            |
| ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: taimeökoloogia (B270)  |               |  |            |
| Juhendajad: Marika Kose, Tiiu Kull, Lauri Laanisto   |               |  |            |
| Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021   |               |  |            |
| <p>Jalgsi tallamise mõjust taimkattele on erinevates kooslustes läbi viidud palju uuringuid. Leitud on, et tallamise tõttu kahjustunud taimkate taastub erinevates taimekooslustes erineval määral. Käesoleva magistritöö koostamise hetkeks pole teadaolevalt maailmas koostatud ühtegi teaduslikku uuringut, mis vegetatsiooniperioodil räätsadega liikumisel avalduvat mõju sookoosluste taimkattele hindaks. Käesoleva magistritöö põhieesmärk on bakalaureusetöö „Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise metoodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel“ (Tammiste 2018) raames läbi viidud katse tulemuste analüüsimine. Et välja selgitada tallamisest tulenev mõju rabakoosluste taimeestikule analüüsiti jalgsi ja räätsadega tallamisest mõjutatud taimkatte kahjustuste ulatust ning tallamisjärgset taastumist puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas erinevate (80, 160, 320) tallamiskorduste puhul. Magistritöö tulemustest selgus, et ehkki jalgsi ning räätsadega tallamine mõjutab oluliselt rabakoosluste taimkatet, ei ole erineval viisil tallamisel tekkinud kahjustuste ulatusel olulist erinevust. Kõige enam vähenes sammaltaimede katvus mõlema tallamisviisi korral peenra-älveraba kasvukohatüübis. Selgus, et punane turbasammal (<i>Sphagnum rubellum</i>) on peale tallamist kõige kiiremini taastuv turbasamblaliik ning peale mõõdukat tallamist (80 ja 160 tallamiskorda) taastub hästi, kuid peale 320 tallamiskorda võtab taastumine aega kauem kui kolm aastat. Kuna Kullisoo läbi viidud uuringu käigus on materjali kogutud oluliselt rohkem kui magistritöö maht analüüsida võimaldab, siis on olemas jätku-uuringu võimalus.</p> |               |  |            |
| Märksõnad: tallamiskatse, tallamiskoormus, loodusturism, räätsad, sookooslused   |               |  |            |

|   |             |   |               |
|---|-------------|---|---------------|
| Estonian University of Life Sciences<br>Kreutzwaldi 1, Tartu 51006  |             | Abstract of Master's / Bachelor's Thesis        |               |
| Author: Diana Elisa Tammiste  |             | Curriculum: Environmental management and policy |               |
| Title: Impact of bogshoeing on plant cover of bog habitats on the example of kullisoo   |             |   |               |
| Pages: 56   | Figures: 18 | Tables: 1                                       | Appendixes: 1 |
| Department / Chair: Chair of Environmental Protection and Landscape Management<br>Field of research and (CERC S) code: plant ecology (B270)<br>Supervisors: Marika Kose, Tiiu Kull, Lauri Laanisto<br>Place and date: Tartu 2021  |             |   |               |
| <p>Many studies have been carried out on the effect of trampling on the vegetation in different plant communities. It has been found that vegetation damaged by trampling recovers to different degrees in different plant communities. At the time of compiling this master's thesis, no known scientific research has been prepared in the world that would assess the effect of bogshoeing during the vegetation period on the vegetation cover of the mire community. The main goal of this master's thesis is to analyze the results of an experiment conducted within the framework of the bachelor's thesis "Elaborating the methods to measure the response of mire habitats to different trampling loads" (2018). To determine the effect of trampling on the vegetation of bog communities, the extent of damage to the vegetation affected by trampling by walking and bogshoeing and post-trampling recovery in the wooded hummock bog, wooded-hollow-ridge bog and hollow-ridge bog were repeated for different (80, 160, 320) numbers of tramples. The results of the master's thesis showed that although walking and bogshoeing significantly affects the vegetation cover of bog communities, there is no significant difference in the extent of damage caused by trampling in different ways. The total coverage of bryophytes decreased the most in both trampling methods in the hollow-ridge bog habitat type. It was found that red peat moss (<i>S. rubellum</i>) is the fastest regenerating moss species after trampling and recovers well after moderate trampling (80 and 160 number of tramples), but after 320 number of tramples it takes more than three years to recover. As the data collected in the course of the experiment conducted in Kullisoo is significantly more than the volume of the master's thesis allows, then there is a possibility for further research.</p> |             |   |               |
| Keywords: trampling experiment, trampling intensity, nature tourism, bogshoes, mire habitats  |             |   |               |

# SISUKORD

|  |    |
|--|----|
| SISSEJUHATUS.....  | 5  |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....   | 8  |
| 1.1 Soo.....   | 8  |
| 1.2 Raba.....  | 9  |
| 1.3 Räätsaturism .....   | 11 |
| 1.4 Tallamise mõju uuringud .....  | 12 |
| 2. MATERJAL JA METOODIKA .....   | 15 |
| 2.1 Uurimisala kirjeldus .....   | 15 |
| 2.2 Uuringu korraldus .....  | 16 |
| 2.2.1 Peenra-älveraba kasvukohatüübi liigiline koosseis .....                    | 19 |
| 2.3 Andmete statistiline analüüs.....  | 20 |
| 3. TULEMUSED.....  | 22 |
| 3.1 Tallamiskatse tulemused koosluste, tallamisviiside ja –kordade üleselt.....  | 22 |
| 3.2 Muutused peenra-älveraba kasvukohatüübi taimeestiku katvuses.....            | 25 |
| 3.2.1 Samblarinde katvus .....   | 25 |
| 3.2.2 Kanarbiku ( <i>Calluna vulgarise</i> ) katvus .....                        | 27 |
| 3.2.3 Punase turbasambla ( <i>Sphagnum rubellumi</i> ) katvus .....              | 29 |
| 3.2.4 Turbasammalde ( <i>Sphagnumite</i> , v.a <i>S. rubellum</i> ) katvus ..... | 31 |
| 3.2.5 Maksa- ja lehtsammalde katvus .....  | 33 |
| 3.2.6 Soontaimede katvus.....  | 35 |
| ARUTELU .....  | 42 |
| KOKKUVÕTE.....   | 49 |
| KASUTATUD KIRJANDUS .....  | 51 |
| LISAD .....  | 55 |
| Lisa 1. Lihtlitsents .....   | 56 |

## SISSEJUHATUS

Soode olulisust on hakatud suureneva keskkonnateadlikkuse ja muutuvate kliimatingimuste tõttu üha enam hindama. Lisaks soode ökosüsteemsetele hüvedele, peetakse neid ka oluliseks rekreatsioonisihthakaks. Soode olulisus Eesti loodusturismis ja rekreatsioonikorralduses on suur ning järjest kasvav rahvusvaheline loodusturism tõstab soode rekreatiivset väärtust veelgi. (Paal, Leibak 2013: 54). Riigimetsa Majandamise Keskuse (edaspidi RMK) aastaraamatu kohaselt külastati RMK puhke- ja kaitsealasid 2019. aastal 2,6 miljonil korral ning kõige külastatavamad kaitsealad olid Lahemaa rahvuspark (228 200 külastust) ja Soomaa rahvuspark (99 100 külastust) (RMK aastaraamat 2019). Muuhulgas selgub aastaraamatust, et võrreldes 2018. aastaga tõusis külastatavus enim Lahemaa ja Soomaa rahvusparkis ning suure külastatavuse säilitasid Viru raba õpperada ja Rannametsa-Tolkuse õpperada, uuenduseelse ajaga võrreldes külastati Selli-Sillaotsa rada pea kolm korda ja Valgesoo õpperada üle kahe korra rohkem (Ibid.). Soode läbimiseks oli Eestis 2012. aasta seisuga rajatud enam kui 50 km laudteid (Paal, Leibak 2013:54) ning paljudesse rabadesse, siirde- ja madalsoodesse korraldatakse Eesti turismiettevõtjate eestvedamisel erinevaid matku ja pakutakse mitmeid maailmas uudseid loodusturismi teenuseid (jalgsimatk, räätsamatk, suusamatk, uisumatk, supmatk, orienteerumine, ellujäämiskursus, lohesurf jpt). Turismi, nagu ka teiste majandusharude või mistahes inimtegevusega, võivad aga erineval määral kaasneda negatiivne keskkonnamõju. Üha kiiremini kasvava rahvusvahelise turismi ja uudsete rekreatsiooniviiside koosmõjul võivad ilmned probleemid turismi jätkusuutlikkuses (Magro-Lindenkamp, Leung 2019:223).

Eesti on üks vähestest riikidest maailmas, kus sookooslusi lisaks laudteedele ka aastaringselt räätsade abil külastatakse. Räätsade kasutamine on maailmas tuhandeid aastaid vana praktika (Hiemstra 2020), kuid enamasti kasutatakse räätsasid talveperioodil paksul lumikattel liikumiseks (sellest ka esialgne inglise keelne nimetus – *snowshoe*, nüüd ka *bogshoe*), seejuures taimkatet kahjustama (Leave No Trace...2018). Kuna geograafilise asukoha ja soodsate ilmastikutingimuste koosmõjul on Eesti aladele aastatuhandete jooksul moodustunud palju eriilmelisi sookooslusi (Liiber, Mander 2014), on räätsamatkad Eesti rabades unikaalne loodusturismi teenus. Küll aga muudab räätsade kasutamine üha rohkematele inimestele ligipääsetavaks erinevad taimekooslused, mille taimestikule räätsadega tallamisel avalduvat mõju ei ole käesolevaks hetkeks piisavat uuritud.

Tallamisest tuleneva koormuse uurimiseks mineraalmaakooslustes on välja töötatud erinevaid meetodikaid, mitmetes maailmajaguses on läbi viidud palju uurimusi (Cole 2004:8-9). Roosaliste poolt (1981, 1988) on 1977-1985. aastatel Eestis läbi viidud tallamiskatse erinevates sookoosluses (raba, siirdesoo, madaloo), kus hinnati jalgsi tallamise mõjusid taimkattele. Ehkki Roosaliste poolt läbi viidud tallamiskatse tulemused olid ülevaatlilikud, siis taastumist ei uuritud. Käesoleva magistritöö koostamise hetkeks pole teadaolevalt maailmas koostatud ühtegi teaduslikku uuringut, mis vegetatsiooniperioodil räätsadega liikumisel avalduvat mõju sookoosluse taimkattele hindaks. Samuti olid Roosaliste (Ibid.) poolt läbiviidud taimkatte taastumise uuringud lühiajalised ning taimkatte taastumist jälgiti peale tallamist kahe aasta jooksul. Käesolevas magistritöös kajastatud katse puhul kestab taimkatte taastumise jälgimisperiood kauem ning taastumist uuritakse iga-aastaselt vähemalt kümneaastase perioodi vältel. Antud magistritöös käsitletakse taastumist ajavahemikuna, mil uuritaval alal inim mõjust kahjustatud taimkatte ning pinnas looduslikul teel taas esialgsele kooslusele lähedase seisundi saavutab.

Antud magistritöö on koostatud järjena Diana Elisa Tammiste bakalaureusetööle „Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise meetodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel“ (2018). Magistritöö põhieesmärk on eelpool toodud bakalaureusetöö (Tammiste 2018) raames läbi viidud katse tulemuste analüüsimine. Analüüsitaks taimkatte kahjustuste ulatust ja tallamisjärgset taastumist erineva tallamisviisi ning tallamiskoormuse puhul. Materjali on kogutud oluliselt rohkem kui magistritöö maht analüüsida võimaldab. Magistritöös analüüsitakse põhjalikumalt peenra-älveraba kasvukohatüübi samblarindes esinevaid muutusi.

Käesoleva magistritöö ülesanneteks oli 2017. aastal läbi viidud tallamiskatsele järgnev pikaajaline taimkatte muutuste kirjeldamine ning kogutud andmete töötlemine ja analüüsimine.

Eelnevast tulenevalt oli antud magistritöö uurimisküsimusteks:

- Kuidas mõjutab erineval viisil tallamine peenra-älveraba kasvukohatüübi taimkatet?
- Kuidas mõjutavad erinevad tallamiskoormused peenra-älveraba kasvukohatüübi taimkatet?
- Kas on erinevusi erineval viisil ja erinevate tallamiskoormustega tallatud taimkatte taastumisel?

Käesolevas magistritöös kajastatud uurimus on koostatud ainult rabas liikumisega kaasnevate otseste mõjude uurimiseks pinnasele ja taimestikule tallamiskiirkonnas, mõjusid loomastikule ei uurita.

Autor soovib tänada oma juhendajaid Marika Kose, Tiiu Kulli ja Lauri Laanistot igakülgse uurimusega seonduva abi eest ning Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi herbaariumi kuraatorit Mare Leisi sammaltaimede määramisega seonduvate nõuannete ees.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Soo

Soo on ala või ökosüsteem, kus suur osa taimede orgaanilist ainet jääb lagunemata ja ladestub turbana (Masing 1992). Sood suurendavad oluliselt bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning pakuvad olulisi reguleerivaid ökosüsteemiteenuseid reguleerides kliimat (sidudes CO<sub>2</sub> ning emiteerides CH<sub>4</sub> ja vähesel määral N<sub>2</sub>O), parandades veevarude kvaliteeti ning toetades veekogude hüdroloogilist terviklikkust (Kimmel 2009). Tegemist on liigniiskete aladega ja iseloomuliku sootaimestikuga unikaalse ökosüsteemiga (peamiselt turbasamblad), mis on kohandunud liigniiskuse, hapniku ja toiteainete vähesusega pinnases (Masing 1988). Soode tekke eelduseks on spetsiifilised looduslikud tingimused: jahe ning niiske ilmastik, kus sademete hulk ületab aurustumise; reljeefilohkude olemasolu madala drenaažiga või aeglase äravooluga tasastel aladel, mis soodustab sademete ja põhjavee kogunemist; tihkest veekindlast substraadist (savimullast) või leetmullast vett mitteläbilaskvate lubjakivikihtidega aluspinnas (Liiber, Mander 2014; Paal, Leibak 2013:32).

Eestis tekkisid esimesed sood juba ca 10 000 aastat tagasi (Paal, Leibak 2013:31) ning eestikeelne sõna „soo“ arvatakse olevat üks vanimaid Eestis kasutatavaid sõnu ning seda võis Eesti aladel tunda juba kiviaja inimene 6000 – 7000 aastat tagasi (Ilomets *et al.* 2007). Ehkki üldlevinud on andmed, et Eesti territooriumist on soodega kaetud 1 009 101 ha ehk 22,3% (Looduse Mitmekesisus 2013: 148), siis Eestimaa looduse fondi (ELF) soode inventuuri 2013. aasta kokkuvõtte põhjal on Eesti maismaast looduslikus seisundis soodega kaetud ligikaudu 240 000 ha ehk 5,3% (Paal, Leibak 2013:119).

Erinevate keskkonnategurite (hüdroloogiliste ja kliimaatiliste) omapära tõttu esinevad sookooslustes tingimused, millega on kohastunud väga vähesed taimed (peamiselt turbasamblad) (Paal, Leibak 2013:33). Sookoosluste tüübid erinevad omavahel peamiselt vee-mineraalainete toitelisuse, taimkatte koosseisu ja turbalasundi struktuuri poolest (Liiber, Mander 2014). Soostumise protsessi eripäradest sõltuvalt jaotatakse sood madalsoodeks, siirdesoodeks ja rabadeks (Valk 1988).



## 1.2 Raba

Raba on üle 30 cm tuseduse turbahorisondiga sookooslus (Paal 1999:13), mille paksu turbalasundiga pind kummub üle ümbritseva maastiku ning millel kasvavad taimed saavad oma toitained sadeveest (Looduslik Mitmekesisus 2013). Rabafaasis olevas sookoosluses valgub pinnavesi keskosast serva suunas (Paal, Leibak 2013:33). Katvuse osas domineerivad rabades turbasamblad (*Sphagnum*), mis mõjutavad koosluse hüdroloogilist režiimi ning kujundavad oluliselt raba arengut (Valk 1988). Turbasamblad aitavad muuhulgas läbi tiheduse muutmise rabas tasakaalustada lühiajalisi, ilmastikuoludest tingitud veetaseme muutusi (Paal, Leibak 2013:33). Pikaajalised kliimaatilised trendid peegelduvad aga älveste ja peenarde pindala muutumises (Paal, Leibak 2013:33). Peenra-älve ja peenra-laukakompleksid võivad säilitada oma struktuuri mitmete aastatuhandete vältel (Paal, Leibak 2013:34).

Masing (1984 ref Paal 1999:139) eristab rabas nelja peamist mikromaastiku komponenti:

- 1) Suhteliselt tasase mikroreljeefiga metsastunud alad
- 2) Mättad või peenrad
- 3) Älved
- 4) Laukad

Kui eelpool toodud mikromaastiku komponendid esinevad iseseisvalt ulatuslikumal pindalal (100 m<sup>2</sup> või enam), võib neid käsitleda omaette suhteliselt ühtliku kasvukohatüübina (Paal 1999:139). Kui nad moodustavad aga püsiva kombinatsiooni, tuleks kasvukohana käsitleda antud kompleksi (mikromaastikku) ning selle nimetus moodustada üksikute komponentide liitnimetusena (Ibid.). Puurinde tihedust ja kasvu silmas pidades jagunevad rabad kolme rühma: rabametsad, puisrabad ja lagerabad (Paal 1999:137). Rindelisuse järgi kuuluvad rabas esinevad taimed kas samblarindesse, rohu-puhmarindesse või puurindesse (puurinne võib rabas sageli puududa) (Ibid.).

Paal (1999) on Eesti taimkatte kasvukohatüüpide täiendatud versioonis soode kasvukohatüüpe määratlenud viis ning alatüüpe kokku üksteist. Sootaimkonna (3.) rabade klassis (3.2) on Paal (Ibid.) eristanud nõmmrabade (3.2.1) ning lage- ja puisrabade tüübirühma (3.2.2).

Lage- ja puisrabade tüübirühm jaguneb antud klassifikatsiooni (Ibid.) kohaselt järgnevalt:

1. (Puis-) mättaraba kasvukohatüüp (3.2.2.1)
2. (Puis-) peenra-älveraba kasvukohatüüp (3.2.2.2)
3. Lauka- (puis-) raba kasvukohatüüp (3.2.2.3)

Antud klassifikatsioonis hõlmab rabade klass üksnes väga hõreda puurindega või puudeta taimekooslusi (st puis- ja lagerabasad), mille puurinne puudub või on puude suurele vanusele vaatamata hõre (liituvus alla 0,3) ja madal (alla 3 m) (Paal 1999:75). Kui rabas leidub vaid üksikuid puid või nad täiesti puuduvad, jäetakse antud klassifikatsiooni järgi kasvukohatüübi nimetusest 'puis'-osa ära (Paal 1999:140).

Eestis pakuti 2019. aastal räätsamatka teenust 61 sihtkohta ning räätsamatku viiakse läbi peamiselt rabakooslustes (Erit 2020:23). Räätsamatka läbiviimiseks eelistatakse peamiselt väljakujunenud laugastikuga lage- ja puisrabasad ning kõige enam mõjutab sihtkoha valikut mingi erilise elemendi olemasolu (Erit 2020:23).

### 1.2.1 Peenra-älveraba kasvukohatüüp

Lisaks hästi arenenud puhma- ja samblarinde poolt moodustunud muutlikule reljeefile ning puude tüve alusel selgelt välja kujunenud mätastele, on kasvukohatüübile iseloomulikuks üksikute mätaste liitumine pikkadeks peenardeks, mille vahele jäävad vesised lohud (älved või rabast vett välja juhtivad märed) (Paal 1999:140). Mättavahedes ja älvestes on turvas veega küllastunud kogu vegetatsiooniperioodi vältel, kuid suvel langeb veetase siiski 5-15 sentimeetrit alla samblapinna. Puurinne puudub või esineb üksikuid mände (*Pinus sylvestris*), harvem sookaski (*Betula pubescens*). Põõsarinne puudub täielikult. Puhmarinne on hästi välja kujunenud mätastel ning kõrgemates mättavahedes, kaasdominantideks on sookail (*Ledum palustre*) ja kanarbik (*Calluna vulgaris*), esineb ka hanevits (*Chamaedaphne calculata*), harilik jõhvikas (*Vaccinium oxycoccus*), harilik kukemari (*Empetrum nigrum*), küüvits (*Andromeda polifolia*) ning sinikas (*Vaccinium uliginosum*). Älveste rohurindes kaasdominantideks rabakas (*Scheuchzeria palustris*) ja valge nokkhein (*Rhynchospora alba*), esineb ka mudatarn (*Carex limosa*) ning pikalehine huulhein (*Drosera anglica*). Samblarinde moodustavad kaasdominant pudev turbasammal (*Sphagnum cuspidatum*), esineb ka balti turbasammal (*Sphagnum*

*balticum*), turris turbasammal (*Sphagnum majus*) ning õrn turbasammal (*Sphagnum tenellum*). (Paal 1999: 141)

### 1.3 Räätsaturism

Lisaks laudteedele, on viimasel sajandil Eestis soode külastamisel hakatud üha enam kasutama räätsasid ehk jalanõude külge kinnitatavad vahendeid, mis hajutavad keharaskuse laiemale pinnale ning hõlbustavad seeläbi pehmel pinnal liikumist (Tohva 2020). Ehkki räätsade esmase päritolu kohta pole kindlat informatsiooni, arvavad ajaloolased, et need võeti kasutusele ligikaudu 4000 – 6000 aastat tagasi Kesk-Aasias, kui sealsed asukad sidusid puidu tükid nahast nööridega jalgade külge, et neil oleks lumisel maastikul võimalik liikuda (Hiemstra 2020). Samuti on leida informatsiooni, et räätsasid hakkas laialdasemalt kasutama Põhja-Ameerika põlisrahvas, kes talvistes oludes nende abil lumisel maastikul liikuda said (Prater 2002). Arvatavasti on just Põhja-Ameerika põlisrahvas mõjutanud kõige enam tänapäevaste räätsade väljanägemist, võttes kasutusele puidust raamiga punutud räätsad (Luks 2006).

Räätsade areng on viimastel aastakümnetel olnud märgatav ning tänaseks on puidust ja nahast valmistatud räätsad asendunud kergete ning erksavärviliste plastikust lihtsasti kasutatavate kinnitustega räätsadega (Prater 2002), muutes nad maastikul liikumise hõlbustamiseks kergemaks ja vastupidavamaks (Luks 2006). Räätsade valik varieerub vastavalt kehakaalule, pikkusele, liikumisviisile kui ka aastaajale ning räätsade alla kinnitatakse ka libisemisvastaseid detaile (Luks 2006).

Räätsade kasutamine on lumeperioodil populaarne nii Skandinaavias kui ka Põhja-Ameerikas. Küll aga pole räätsade kasutamine vegetatsiooniperioodil mujal maailmas tavaks ning nende kasutamine aastaringselt sookooslustes on maailmas ainulaadne ja Eestis üha enam populaarsust koguv loodusturismi teenus.

Kadri Eriti bakalaureusetöös „Räätsaturism Eestis ja räätsaturismi hea tava“ on välja toodud, et 2019. aasta andmete põhjal korraldati Eestis räätsamatku 61 erinevas sihtkohas, millest 55 sihtkohta asuvad kaitsealadel (Erit 2020:48). Enim pakuvad turismiettevõtjad räätsamatka teenust Harjumaal asuvas Kakerdaja rabas (9 teenusepakkujat) ja Kõnnu suursoos (9 teenusepakkujat), ühtlasi on menukas ka Pärnumaal asuv Meenikunno raba (6 teenusepakkujat) (Erit 2020:61). Hinnanguliselt kasutab räätsamatka teenust Eestis aastas ligikaudu 15 000

klienti (Erit 2020:34). Laudteedega võrreldes on räätsadega matkamise eeliseks asjaolu, et räätsade radu on võimalik kergemini ja odavamalt muuta, arvestades seejuures aastaaegadest tuleneva varieeruvusega ja pakkudes külastajatele erinevaid lahendusi (Pungas-Kohv et al. 2015:253). Veel on välja toodud, et sellised rajad ei asenda küll laudteid täielikult, kuid aitavad nõudlikule külastajale rohkem võimalusi pakkuda (Ibid.). Räätsamatka läbiviimiseks eelistatakse peamiselt väljakujunenud laugastikuga lage- ja puisrabasid ning kõige enam mõjutab sihtkoha valikut mingi erilise elemendi olemasolu (Erit 2020:23). Eestimaa looduse fondi (ELF) soode inventuuri kokkuvõtte põhjal on Eestis lage- ja puisrabasid alla 150 000 ha (Paal, Leibak 2013:119).

Kuna räätsade kasutamine võimaldab inimestele ligipääsu ka kõige eraldatumatesse sookooslustesse ning enamasti kasutatakse räätsasid liitudes gruppidele korraldatud räätsamatkadega, võib mõnedes sookooslustes või nende osades tekkida olukord, et suurenenud huviga kaasnevad ka soovimatud keskkonnamõjud.

## **1.4 Tallamise mõju uuringud**

Rekreatiivse tallamise (matkamine, rattasõit jms) mõjule on viimastel kümnenditel palju tähelepanu pööratud kui taimkatet kahjustavale tegevusele, mille tagajärjel väheneb taimede katvus, ilmnevad muutused mulla orgaanilise aine sisalduses ja toimub mulla pealiskihi tihenemine (Cole 2004:12). Tallamise mõju kohta on koostatud palju uurimusi, samuti on välja töötatud mitmeid erinevad meetodikaid, olemasolevate radade analüüsimisest kuni rakenduslike tallamiskatseteni (Cole 2004:8-9). Selleks, et mõista tallamisega kaasnevaid mõjusid looduskooslustele, on enim tähelepanu pööratud taimkattele ning sellega seotud muutustele (Cole, Bayfield 1993:209). Peamised indikaatorid, mida tallamise mõju uurimustes jälgitakse on seosed tallamiskoormuse ja taimkatte muutuste vahel ning taimeliikide ja koosluste tundlikkus tallamisel avalduva mõju suhtes (Cole 2004:12).

Välja on toodud, et esmasteks tallamisest tuleneva mõju ilminguteks on kiired muutused pinnase profiilis ning taimkatte kõrguse vähenemine. Muuhulga soovitatakse jälgida taimeliikide katvuse protsenti, mis annab olulist informatsiooni, kas ja kui märgatavalt tallamisest tulenev mõju taimkatet kahjustab. (Cole, Bayfield 1993:209).

Ehkki mõju taimestlikule on erinevates kooslustes uuritud 1960. aastatest, siis esimene taoline uurimus sookooslustes viidi esmakordselt läbi 1970. aastatel, pöörates sellega tähelepanu turismi mõjule õrnadel pindadel ning tallatud taimkatte aeglasele taastumisele (Masing 1972; Slater, Agnew 1977).

Eestis olid esimesteks rekreatsiooniga kaasnevate mõjude uuringuteks sookooslustes Elle Roosalu teed tallamise mõjust sootaimestikule, milles jälgiti esmakordselt ka mitmeaastast tallamise mõju (Roosalu 1981, 1988). Tallamisega kaasneva mõju hindamiseks jälgiti muutusi liigilises koosseisus, taimestiku katteväärtuses ning biomassis. Aastatel 1977-1985 teostati välitööd Pärnumaal Nigula looduskaitsealal (raba), Saaremaal Viidumäe looduskaitsealal (madaloo) ja väikesel katsealal Sõrve poolsaarel. Roosalu uuringutest selgus, et tallamise suhtes on kõige tundlikumad märjad kooslused, mis ka taastuvad tallamisest halvemini. Roosalu uuris taimkatte taastumist vaid lühiajaliselt (kahe aasta jooksul) ning selgus, et peale esimest aastat oli taastumine kehv ning ehkki teise aasta möödudes taimkatte seisund veidi paranes, ei saavutanud uuritud ala selle ajaga katse-eelset seisundit. Samuti näitasid uuringud, et taimede tallamiskindlust mõjutab muuhulgas ka ilmastik, taimkatte taastumine pärast esimest aastat on nõrk ning ehkki teise aasta möödudes taastumise määr kasvab, ei saavutatud katse-eelset taimestiku katvust. Mida märjem kooslus ja sajusem ilm, seda rohkem tekib taimkattes kahjustusi. Tulemuseks saadi, et soo kuivemas osas on soovituslik tallamiskoormus kuni 50 külastust vegetatsiooniperioodi jooksul ning madalas osas on lubatud 40 külastust vegetatsiooniperioodi jooksul. (Roosalu 1988)

Venemaal Polistovsky looduskaitsealal viidi 2016-2018. aastatel läbi tallamiskatse jalgsi tallamisel taimkattele avalduva mõju uurimiseks ja taimkatte taastumise hindamiseks rabas. Katse käigus uuriti erinevate tallamiskordustega jalgsi tallamise mõju erinevatele sookooslustele ning hinnati tallamisjärgset taimkatte taastumist kolmel aastal (kaks korda aastas - juunis ja oktoobris). Katse tulemustena selgus, et pilliroo-turbasambla taimekooslus (*Phragmites australis* + *Eriophorum vaginatum* + *Sphagnum fallax* + *Sphagnum angustifolium*) oli tallamisele kõige vähem vastupidav (kuni 60 tallamiskorda) ning kõige enam vastupidav oli tarna-turbasambla taimekooslus (*Chamaedaphne calyculata* + *Oxycoccus palustris* + *Menyanthes trifoliata* + *Eriophorum vaginatum* — *Sphagnum fallax*) (kuni 180 tallamiskorda). Muuhulgas selgus katse tulemustena, et peale tallamist taastus kahjustatud taimkate erinevates taimekooslustes erineval määral ning kui esimesel aastal taastus kõige kiiremini tarna-turbasambla taimekooslus, kus kõrge veetaseme tõttu niiskuselembesed

turbasamblad domineerisid, siis kolme aasta jooksul taastus kõige paremini männi-villpea-turbasambla taimekooslus (*Pinus sylvestris* - *Andromeda polifolia* + *Oxycoccus palustris* + *Eriophorum vaginatum* + *Rhynchospora alba* - *Sphagnum magellanicum*) (vastupidav kuni 180 tallamiskorda). Selgus, et pilliroo-turbasambla taimekooslus oli tallamise suhtes kõige haavatavam, koosluses märgati raja tekkimist juba peale kuute tallamiskorda ning samuti ei taastunud kooslus kolme aasta jooksul peale 60 ja 180 tallamiskorda. Uuringu tulemuste kohaselt taastub 20 korda tallatud ala tarna-turbasambla taimekoosluses ühe suve jooksul, kuid rohkemate tallamiskorduste puhul võtab taastumine kauem aega. Muuhulgas leiti, et mida kõrgem on veetase ning väiksem on turbasammalde katvus, seda enam sai taimkate peale tallamist kahjustada. (Korolkova, Mironova 2019)

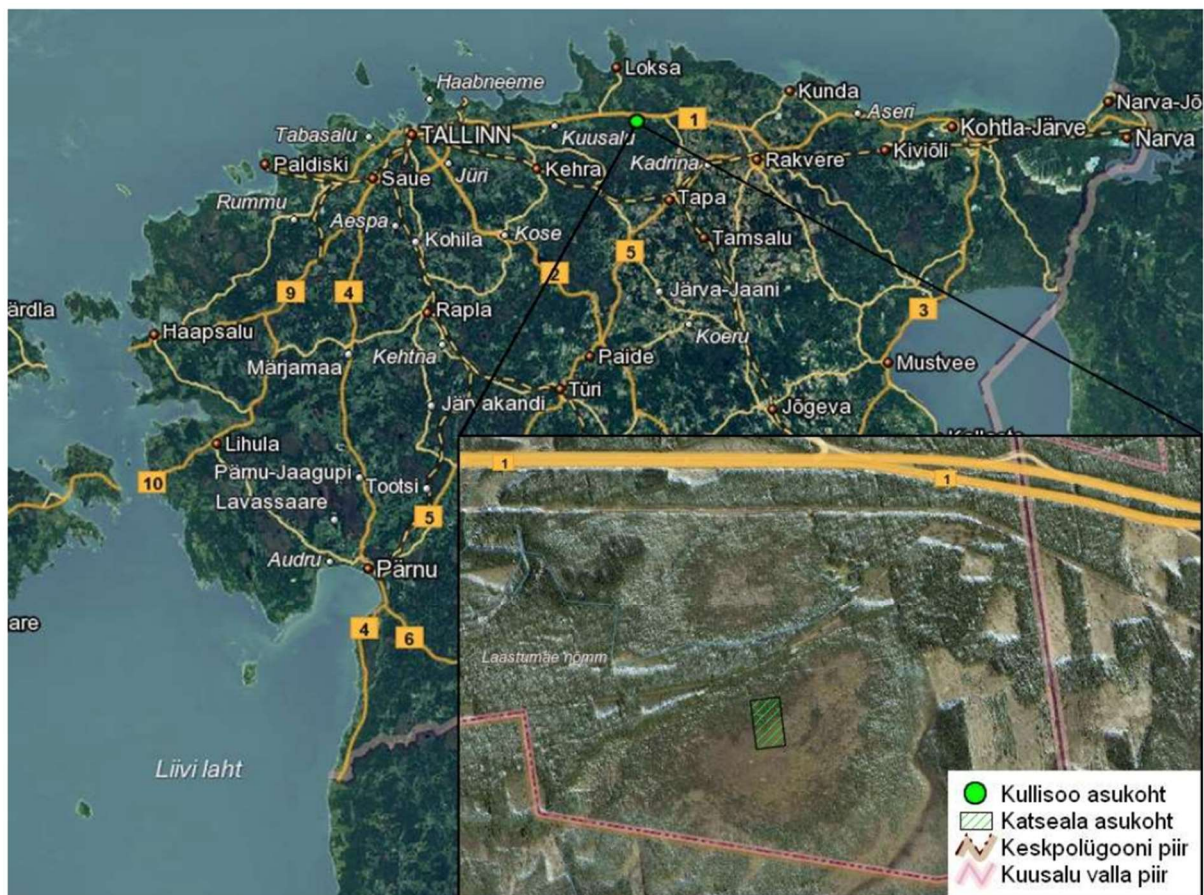
Põhjalikum ülevaade erinevates kooslustes läbi viidud tallamise ja rekreatsiooni mõju uuringutest on kajastatud antud magistritöö autori bakalaureusetöös „Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise metoodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel“ (2018).

## **2. MATERJAL JA METOODIKA**

### **2.1 Uurimisala kirjeldus**

Antud magistritöös kajastatud tallamiskatse viidi läbi rabas. Tallamine viidi läbi 2017. aastal Harju maakonnas Kuusalu vallas Valgejõe külas Tallinn-Narva maanteest lõunas Loksa metskond 39 katastriüksusel (katastritunnus 42301:005:0396) riigimetsa kvartalitel VJ137 ja VJ138 asuvas Kullisoo (joonis 1). Katse teostamine riigimaal kooskõlastati 2017. aasta juunis Riigimetsa Majandamise Keskusega (RMK). Kullisoo katsealal esineb kaks erinevat kasvukohatüüpi, kus katse läbi viidi: puis-mättaraba kasvukohatüüp (3.2.2.1) ning peenra-älveraba kasvukohatüüp (3.2.2.2). Lisaks kahele eelnevale kasvukohatüübile viidi katse läbi eelpool toodud kasvukohatüüpide üleminekualal ehk puis- peenra-älveraba kasvukohatüübis.

Katseala valikul oli määravaks asjaoluks sobivate kasvukohatüüpide esinemine, ala ligipääsetavus katse läbiviijatele, ala eraldatus kõrvalistele isikutele. Muuhulgas peeti silmas asjaolu, et ala ei asuks looduskaitsealal ning et uuritavaks koosluseks oleks loodusliku veerežiimiga sooala. Et saada võimalikult täpsed tulemused, peeti katset planeerides ja teostades silmas asjaolu, et peale tallamiskoormuse ei lisanduks katsealal muid kõrvalisi häiringuid (Cole, Bayfield 1993:209). Seetõttu oli ka käesolevas töös kajastatud katse sooritamiseks oluline valida eraldatud asukoht eelnevate häiringuteta looduslike kooslustega alale. Katse planeerimise faasis ning kõigis teistes etappides konsulteeriti ka Elle Rooslustega, kes käis kohapeal alasid valimas ning kes andis metoodilist, katse korraldamise ja läbiviimise osas praktilist ja teoreetilist nõu.



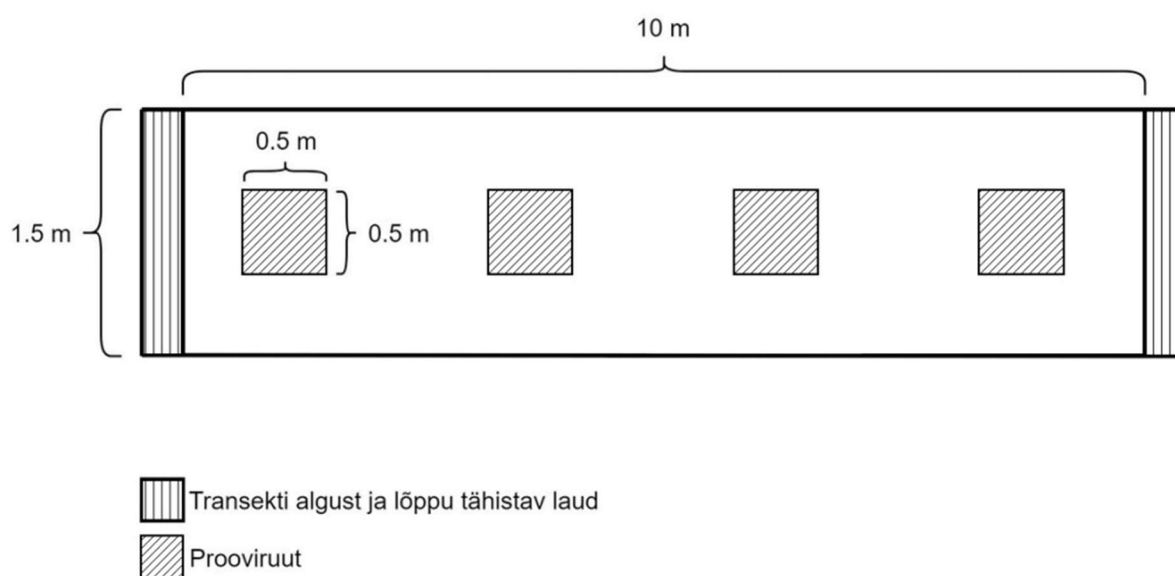
**Joonis 1.** Kullisoo ning katseala asukoht Maa-ameti kaardil (Allikas: XGIS Maa-ameti...).

## 2.2 Uuringu korraldus

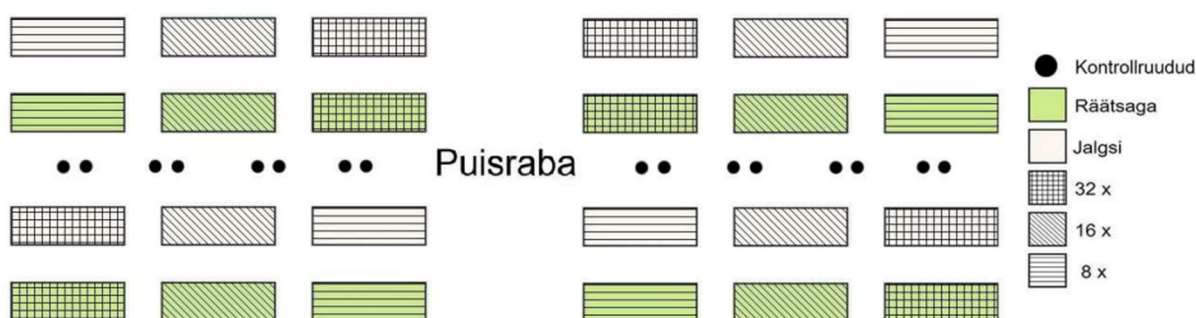
Käesolevas töös kajastatud tallamiskatse teostamine on detailsemalt kirjeldatud Diana Elisa Tammiste bakalaureusetöös „Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise meetodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel“ (2018). Eelpool toodud töö teoreetilise ülevaate peatüki alapeatükkides tutvustati erinevaid tallamiskoormusest tulenevate mõjude uurimiseks kasutatud meetodikaid, mida sookooslustes läbiviidava tallamiskatse tarbeks täiendati ning kaasajastati. Tallamiskatse läbiviimisel arvestati 2018. aastal koostatud bakalaureusetöö teoreetilises ülevaates kajastatud autorite soovitusi, Elle Rooslustega konsulteerides saadud informatsiooni ja katse eripäradest tulenevaid tingimusi. Eelpool toodust tulenevalt viidi tallamiskatse jalgsi ja räätsadega läbi sookooslustes varem tallamata pinnasel kolmes erinevas kasvukohatüübis - puis-mättarabas, peenra-älverabas ja puis-ppeenra-älverabas. Igasse kasvukohatüüpi rajati üks katseväljak.



Igal katseväljakul asus 4 transekti mõlema tallamisviisi (jala ja räätsadega) ning kolme tallamiskoormuse (80, 160, 320) kohta (st iga tallamisviisi ja tallamiskoormuse kohta moodustati 4 kordust). Sellest tulenevalt planeeriti ühele katseväljakule kokku 24 (1,5 x 10 meetrit) transekti. Transektide laiuks valiti 1,5 meetrit ning pikkuseks 10 meetrit (joonis 2). Igale transektile planeeriti 4 prooviruutu. Kokku planeeriti tallamisviisi ning tallamiskoormuse kohta 16 prooviruutu ning sama palju kontrollruute, mida ei tallatud. Katsealale rajati kokku 288 prooviruutu ning 48 kontrollruutu.



**Joonis 2.** Prooviruutude paigutus transektil.



**Joonis 3.** Transektide ning kontrollruutude paigutus Kullisoo katseväljakul puisraba koosluse näitel.

Selleks, et analüüsida muutusi taimkattes, hinnata katse järgselt tekkinud kahjustuste ulatust ja taimkatte taastumist, teostati katsealal:

- 2017. aasta juulis prooviruutude taimkatte analüüs;
- 2017. aasta augustis kümnele päevale jaotatud ühekordne tallamiskatse (kokku 80, 160, 320 tallamist) jalgsi ja räätsadega;
- 2017. aasta augustis ja septembris prooviruutude ning kontrollruutude taimkatte analüüs;
- 2018.-2020. aastatel enne vegetatsiooniperioodi lõppu (peale suvise kuivaperioodi lõppu) prooviruutude ning kontrollruutude taimkatte analüüs.

Tulenevalt Tammiste bakalaureusetöö (2018) 2.4 peatükis „Tallamisest tuleneva mõju mõõtmise“ kajastatud käsitlustest, teostati tallamisega kaasneva mõju uurimiseks katseväljakul asuvate püsiruutudes taimkatte analüüs ning määrati:

- 1) üldkatvus (%) – sammaltaimed, soontaimed, samblikud (taimede katvusest arvestati maha hävinenud taimede või taimeosade, kõdu ning muu mineraalse osa katvus);
- 2) taimede katvus liigiti (%);
- 4) rohu- ja puhmarinde keskmine kõrgus (mõõtmised teostati mõõdulindiga ning iga püsiruudu kohta tehti vastavalt rindele 3 mõõtmist).

Uuringu käigus analüüsitakse põhjalikumalt peenra-älveraba kasvukohatüübi samblarindes esinevaid muutusi. Uno Valk on raamatutes „Eesti sood“ (1988) ja „Eesti rabad“ (2005) välja toonud peamiselt rabades esinevad turbasamblad ja pärislehtsamblad:

- Pruun turbasammal (*Sphagnum fuscum*) esineb kõige suurema katteväärtusega lagedatel puhmarabadel. Rabataimede hulgas on pruun turbasammal kõige tugevam edifikaator ehk dominanttaim. Kasvab mätastel ja rabapeenardel, kus rabavesi on keskmiselt 30 cm sügavusel. Pruun turbasammal ei talu varju ning ei kannata isegi ajutist üleujutust.
- Lillakas (punakas) turbasammal (*Sphagnum magellanicum*) kasvab sageli koos pruuni turbasamblaga, kuid levib mikroreljeefi madalamates osades. Sageli moodustab madalatel mätastel ja älverabades puhtaid kogumikke. Lillakas turbasammal on sarnaselt pruunile turbasamblale tugev edifikaator ja takistab teiste rinnete arengut. Talub varju paremini kui pruun turbasammal, kuid eelistab siiski lagedamaid rabaosi.
- Kitsaleheline turbasammal (*Sphagnum angustifolium*) on valguse suhtes üks vähenõudlikumaid turbasamblaid, mistõttu on rabamännikus kõige levinum turbasammal. Samuti lepib kitsaleheline turbasammal kuivemate kasvukohtadega ning on

nõrkade edifikaatorlike omadustega. Esineb pigem kohtades, kus puude kasvutingimused on mõnevõrra soodsamad.

- Balti turbasammal (*Sphagnum balticum*) on lagedatel puhmarabadel mätaste vahel ja älvestes kõige sagedamini esinev turbasammal. Balti turbasamblaga kaetud aladel jääb põhjavesi enamasti 10 cm sügavusele, mistõttu on edifikaatoriks just mikroreljeefi madalamates osades.
- Raba-karusammal (*Polytrichum strictum*) on levinud sügavama veetasemega rabaosades, sagedasti mätastel ja peenardel ning kuivendamise järel raba-karusambla esinemine sageneb.
- Palusambla (*Pleurozium schreberi*) esinemine on toitumisökoloogiast tulenevalt alati seotud puudega, seetõttu on sage liik rabamännikuis. Eelistab kuivemaid kasvukohti ja reageerib kuivendamisele soodsalt.
- Raba-kaksikhammas (*Dicranum undulatum*) esineb peamiselt rabamännikutes ja puisrabades, kuna eelistab kuivemaid kasvukohti ja reageerib kuivendamisele sarnaselt palusamblale soodsalt.
- Helviksammalde (*Marchantiophyta*) levik rabades on vähemärgatav, kuid neid võib koosluses olla palju.

Turbasammaldest esineb antud magistritöös kajastatavas kasvukohatüübis veel:

- Punane turbasammal (*Sphagnum rubellum*) on rabade märjemates piirkondades kasvav turbasammal. Moodustab madalaid mättaid või muru ning on sage älvestes, laugaste ja rabajärvede servades ning mätaste alaosades (Vellak *et al.* 2013).
- Pudev turbasammal (*Sphagnum cuspidatum*) kasvab rabalaugastes ja -älvestes, kinni kasvavate järvede õõtsikutel ja vanades turbaaukudes (Ibid.)
- Õrn turbasammal (*Sphagnum tenellum*) kasvab rabades märgades mättavahedes ja älvestes, sageli koos punase ja lillaka turbasamblaga (Ibid.).

### 2.2.1 Peenra-älveraba kasvukohatüübi liigiline koosseis

Alljärgnevalt on toodud peenra-älveraba kasvukohatüübi püsiruutudes määratud taimeliigid.

Soontaimedest esines peenra-älveraba kasvukohatüübis kanarbik (*Calluna vulgaris*), sookail (*Rhododendron tomentosum*), kukemari (*Empetrum nigrum*), harilik jõhvikas (*Oxycoccus*

*palustris*), väike jõhvikas (*Oxycoccus microcarpus*), rabamurakas (*Rubus chamaemorus*), sinikas (*Vaccinium uliginosum*), tupp-villpea (*Eriophorum vaginatum*), harilik mänd (*Pinus sylvestris*), harilik küüvits (*Andromeda polifolia*), ümaralehine huulhein (*Drosera rotundifolia*), pikalehine huulhein (*Drosera anglica*), vahelmine huulhein (*Drosera intermedia*) ja valge nokkhein (*Rhynchospora alba*).

Helviksammaltaimedest (maksasamblad) esines peenra-älveraba kasvukohatüübis rabamüülia (*Mylia anoma*), ujuv võsusammal (*Cladopodiella fluitans*), neesi kottsammal (*Calypogeia neesiana*), raba-kottsammal (*Calypogeia sphagnicola*), kuulehine niitsammal (*Cephalozia lunulifolia*), ümaralehine niitsammal (*Cephalozia connivens*), loitlesbergeri niitsammal (*Cephalozia loitlesbergeri*) ja väike sõrmiksammal (*Kurzia pauciflora*).

Lehtsammaltaimedest esines peenra-älveraba kasvukohatüübis harilik palusammal (*Pleurozium schreberi*), lainjas kaksikhammas (*Dicranum polysetum*), raba-kaksikhammas (*Dicranum bergeri*), harilik karusammal (*Polytrichum commune*) ja soovildik (*Aulacomnium palustre*).

Turbasammaldest esines peenra-älveraba kasvukohatüübis pruun turbasammal (*Sphagnum fuscum*), punane turbasammal (*Sphagnum rubellum*), lillakas turbasammal (*Sphagnum magellanicum*), balti turbasammal (*Sphagnum balticum*), kitsalehine turbasammal (*Sphagnum angustifolium*), pudev turbasammal (*Sphagnum cuspidatum*) ja õrn turbasammal (*Sphagnum tenellum*).

Soontaimedest analüüsitakse eraldi kasvukohatüübis soontaimedest domineerivat kanarbikku (*Calluna vulgaris*) ja turbasammaldest punast turbasammalt (*Sphagnum rubellum*). Analüüsiks liidetakse kokku kõik ülejäänud turbasamblad ning lehtsammaltaimed ja helviksammaltaimed. Lisaks liidetakse analüüsiks kokku kõik ülejäänud taimeliigid, mis eelpool toodud gruppides ei kajastu.

## **2.3 Andmete statistiline analüüs**

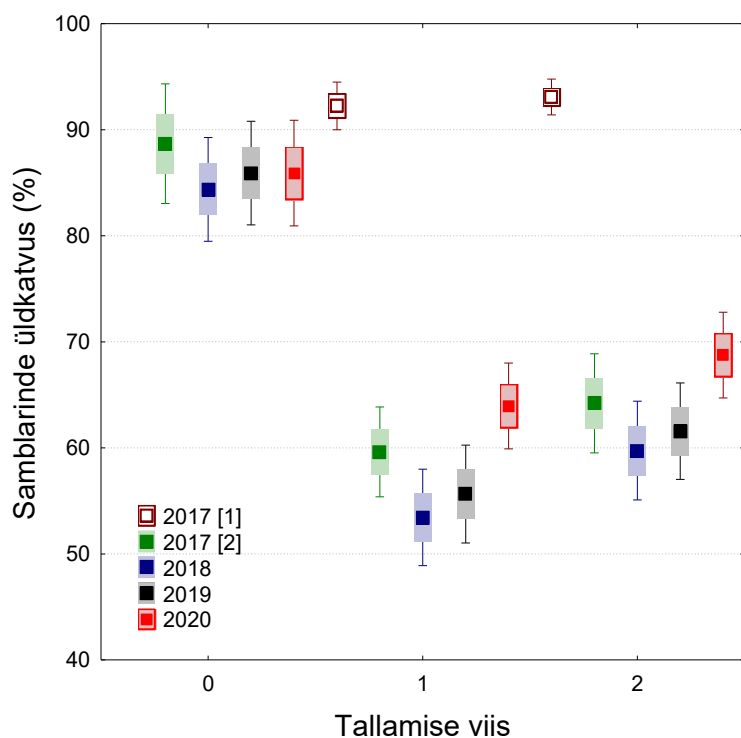
Antud magistritöö käigus analüüsiti kõikides vaadeldud kasvukohatüüpides aset leidnud muutusi, kuid detailsemalt keskenduti peenra-älveraba kasvukohatüübis toimunud muutuste analüüsimisele, pöörates enim tähelepanu kasvukohatüübi kõige suurema katvusega ja kõige sagedamini esinevatele taimedele – turbasammaldele (*Sphagnum*).

Andmete sisestamine ja esmane töötlemine toimus programmis MS Office Professional Plus Excel 2013. Statistilised analüüsid viidi läbi programmiga Statistica 8.0 (StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)). Tulemused on esitatud karp-vurrud diagrammidena (joonised 4-18), millel on järgnev märgistus: must ruut karbi keskel tähistab valimi aritmeetilist keskväärtust; karp ise kirjeldab standardviga; vurrud kirjeldavad 95% usalduspiire. Rühmadevahelisi erinevusi analüüsiti Tukey testiga (tabel 1).

### 3. TULEMUSED

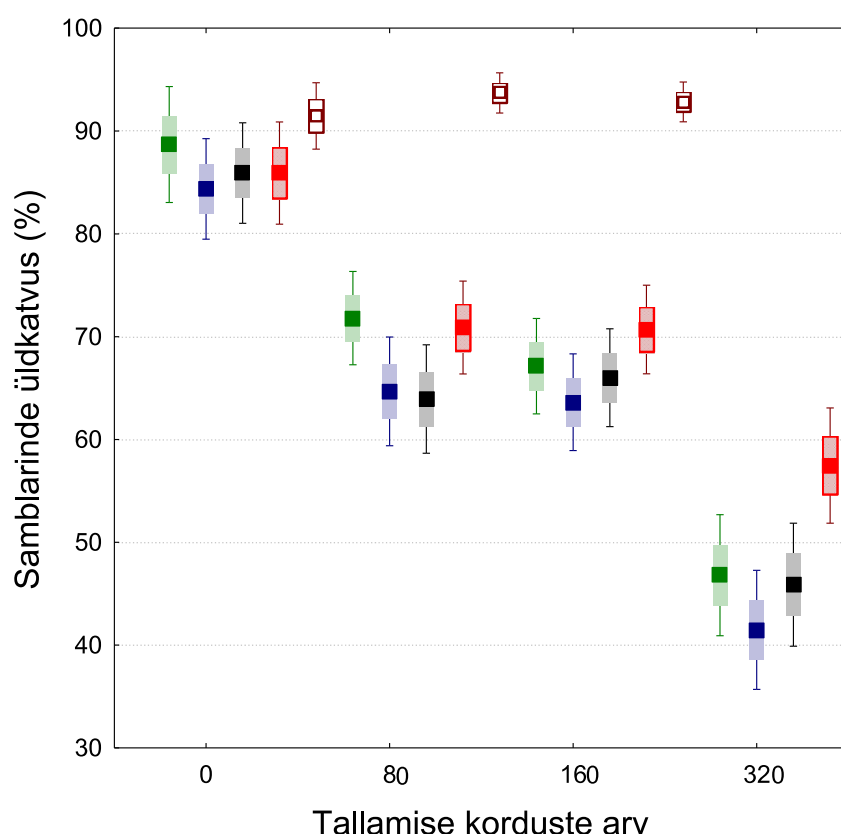
#### 3.1 Tallamiskatse tulemused koosluste, tallamisviiside ja –kordade üleselt

Kogu katse üleseks analüüsiks summeeriti esmalt kolmes kasvukohatüübis (puis-mättaraba, puis-peenra-älveraba, peenra-älveraba) kolme erineva tallamiskordustega (80, 160, 320) tallatud ruutudest kogutud andmed. Analüüsist selgub, et võrreldes kontrollruutudega vähenes sammaltaimede katvus samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 29,1% ning peale räätsadega tallamist 24,5% (joonis 4). Üks aasta peale tallamist (2018) oli sammaltaimede katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 30,9% ning räätsadega tallamise korral 24,6%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli sammaltaimede katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 30,3% ning räätsadega tallamise korral 24,3%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli sammaltaimede katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 22% ning räätsadega tallamise korral 17,2%. Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises vastavalt tallamise viisile ei esinenud, räätsadega ja jalgsi tallatud aladel vähenes sammaltaimede katvus ühtemoodi.



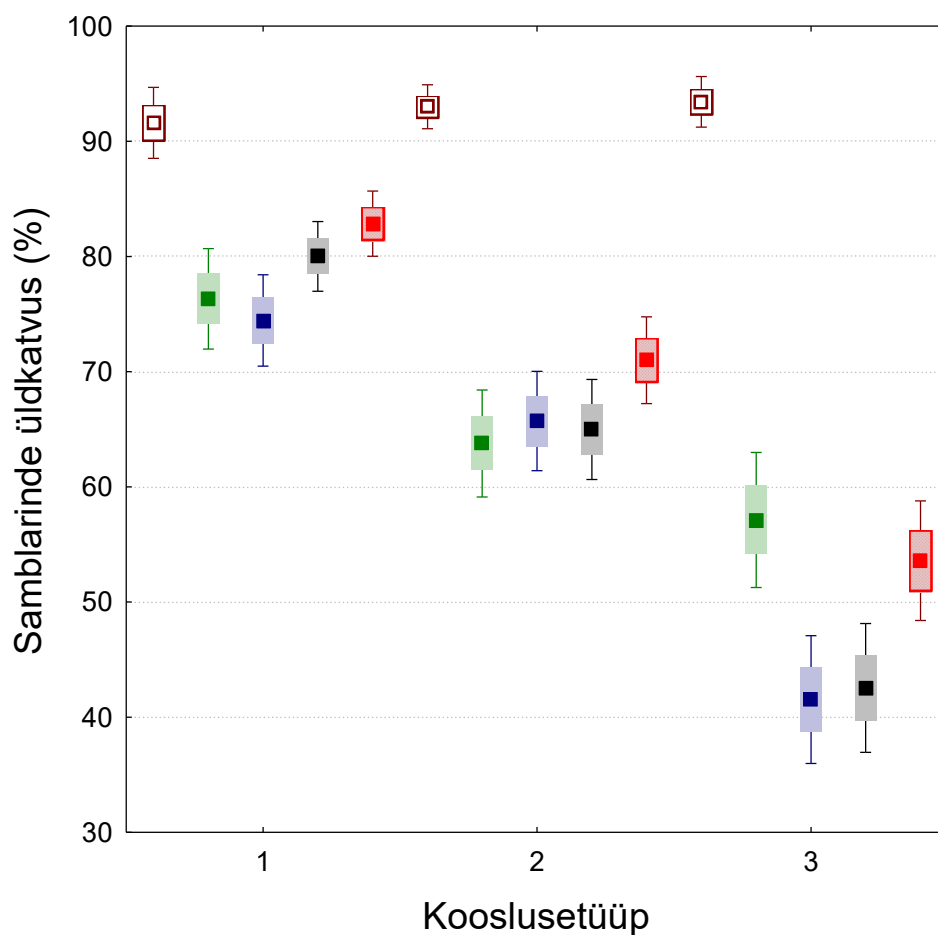
**Joonis 4.** Sammaltaimede katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega; joonisel eraldatud püstiste katkendjoontega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020, tähistatud eri värvi karp-vuntsidega).

Lisaks summeeriti kogu katse üleselt kolmes kasvukohatüübis (puis-mättaraba, puis-peenra-älveraba, peenra-älveraba) kahel erineval tallamisviisil (jalgsi, räätsadega) tallatud ruutude andmed. Analüüsist selgub, et võrreldes kontrollruutudega vähenes sammaltaimede katvus samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 16,9%, peale 160 tallamiskorda 21,6% ja peale 320 tallamiskorda 41,9% (joonis 5). Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes sammaltaimede katvus 25% ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes sammaltaimede katvus 20,3%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli sammaltaimede katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 15%, peale 160 tallamiskorda 15,2% ja peale 320 tallamiskorda 28,5%. Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel oli sammaltaimede katvus kolm aastat peale tallamist 13,4% väiksem ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oli sammaltaimede katvus 13,2% väiksem.



**Joonis 5.** Sammaltaimede katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

Erinevate tallamiskordustega (80, 160, 320) tallatud ruutude andmete analüüsist selgub, et võrreldes prooviruutude tallamiseelse seisuga vähenes sammaltaimede katvus samal aastal peale tallamist (2017) puis-mättarabas 14,7%, puis-peenra-älverabas 28,2% ja peenra-älverabas 35,9% (joonis 6). Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises ei esinenud puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas. Üks aasta peale tallamist (2018) oli sammaltaimede katvus vähenenud puis-mättarabas 16,6%, puis-peenra-älverabas 26,3% ja peenra-älverabas 51,5%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli sammaltaimede katvus prooviruutudest väiksem puis-mättarabas 11%, puis-peenra-älverabas 27% ja peenra-älverabas 50,5%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli sammaltaimede katvus prooviruutudest väiksem puis-mättarabas 8,1%, puis-peenra-älverabas 21% ja peenra-älverabas 39,4%.



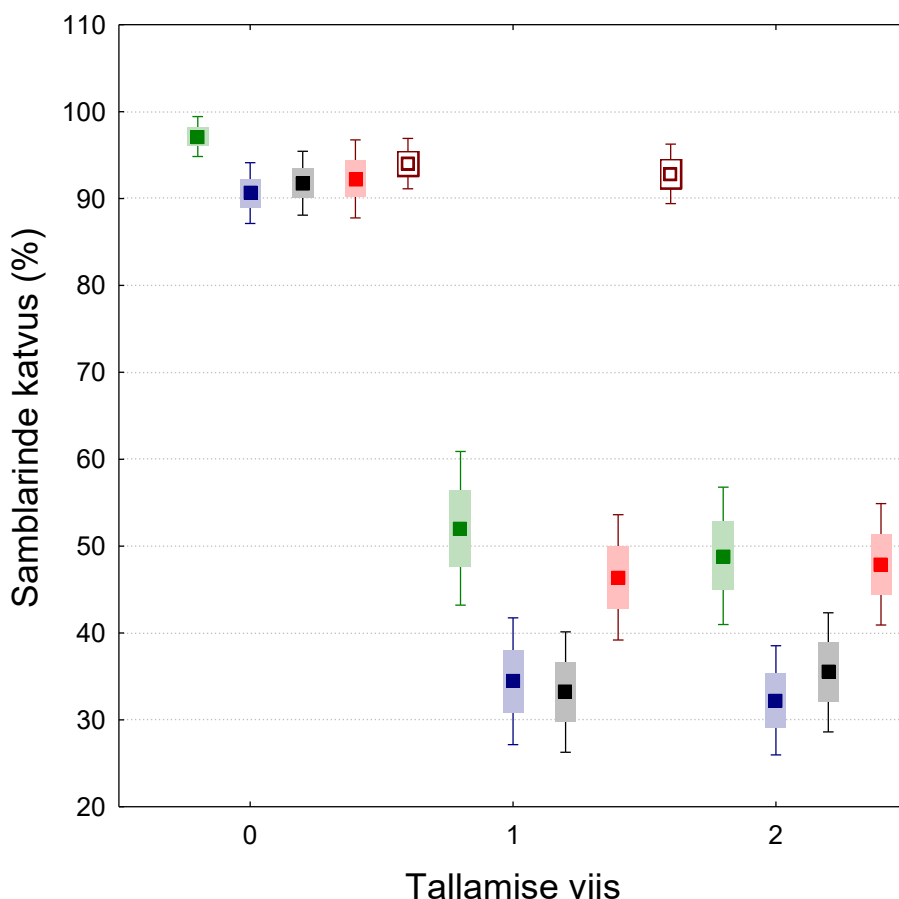
**Joonis 6.** Sammaltaimede katvuse sõltuvus kasvukohatüübist (1- puis-mättaraba; 2 –puis-peenra-älveraba; 3 – peenra-älveraba; joonisel eraldatud püstiste katkendjoontega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.



## 3.2 Muutused peenra-älveraba kasukohatüübi taimestiku katvuses

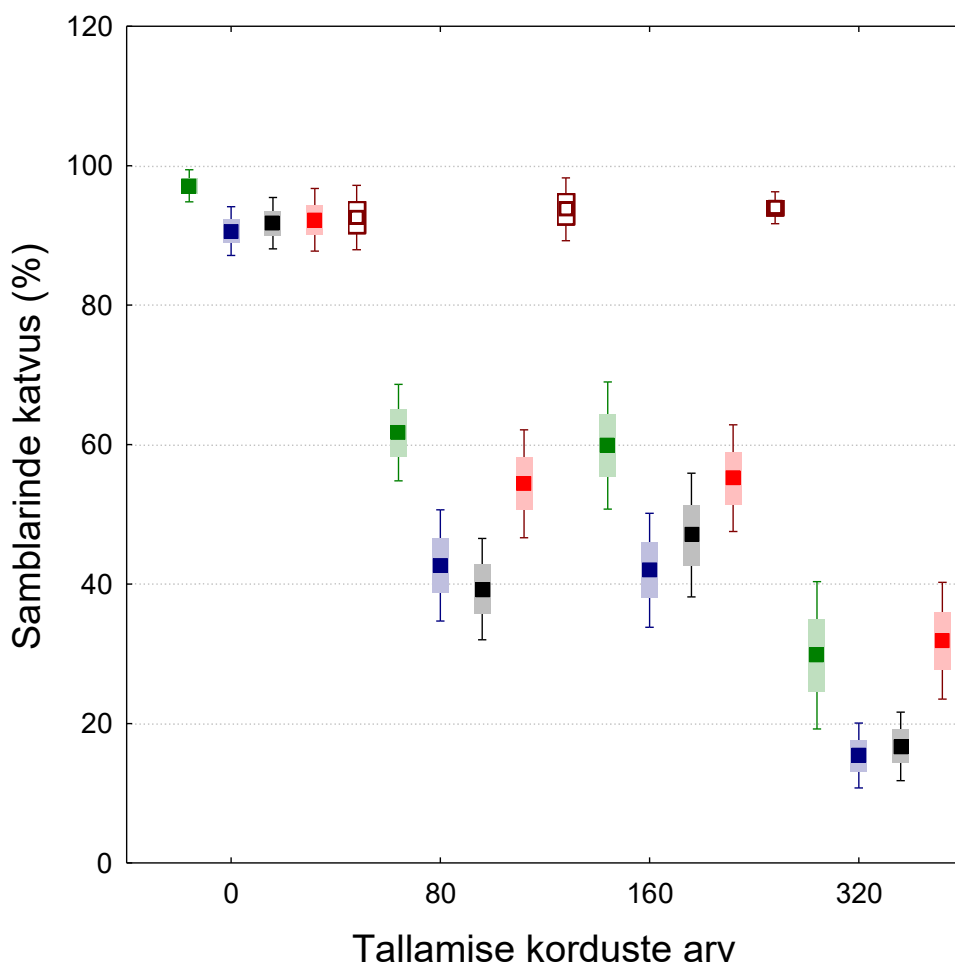
### 3.2.1 Samblarinde katvus

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes võrreldes kontrollruutudega sammaltaimede katvus samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 45,1% ning peale räätsadega tallamist 48,3% (joonis 7). Üks aasta peale tallamist (2018) oli sammaltaimede katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 56,1% ning räätsadega tallamise korral 58,4%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli sammaltaimede katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 58,5% ning räätsadega tallamise korral 56,3%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli sammaltaimede katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 45,9% ning räätsadega tallamise korral 44,4%. Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises vastavalt tallamise viisile ei esinenud.



**Joonis 7.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi samblarinde katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

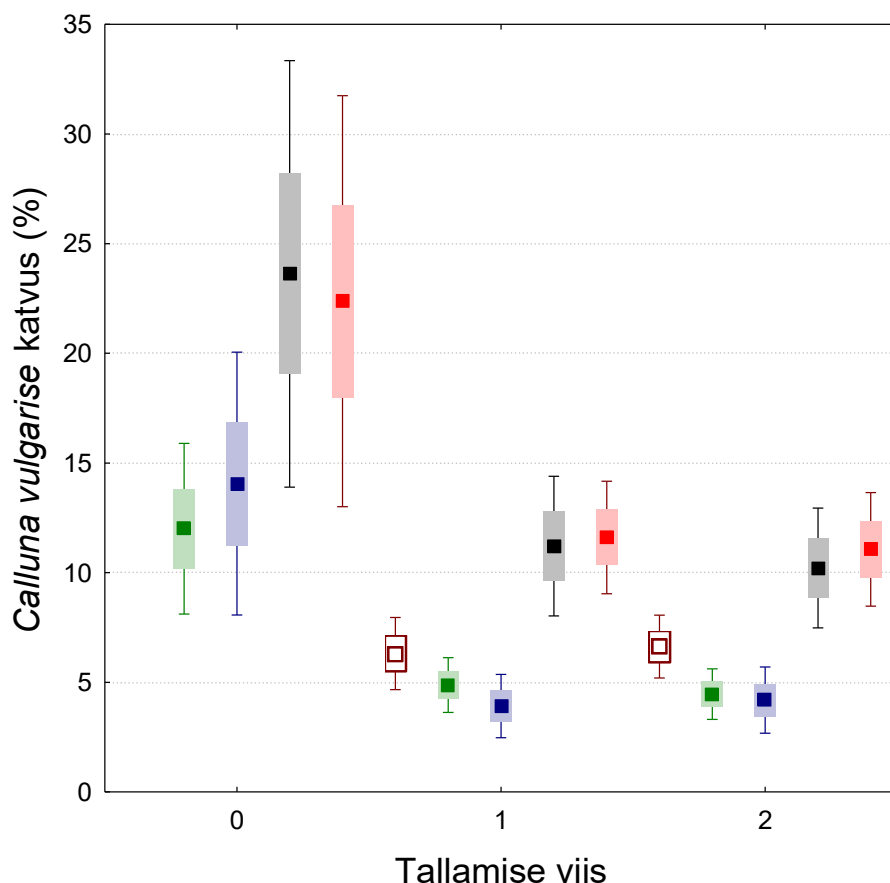
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes sammaltaimede katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 35,4%, peale 160 tallamiskorda 37,3% ja peale 320 tallamiskorda 67,3% (joonis 8). Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes sammaltaimede katvus 31,9% ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes sammaltaimede katvus 30,1%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli sammaltaimede katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda (2020) 37,9%, peale 160 tallamiskorda 37,1% ja peale 320 tallamiskorda 60,4%. Statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel oli sammaltaimede katvus väiksem 22,6% ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oli sammaltaimede katvus väiksem 23,3%.



**Joonis 8.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi samblarinde katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

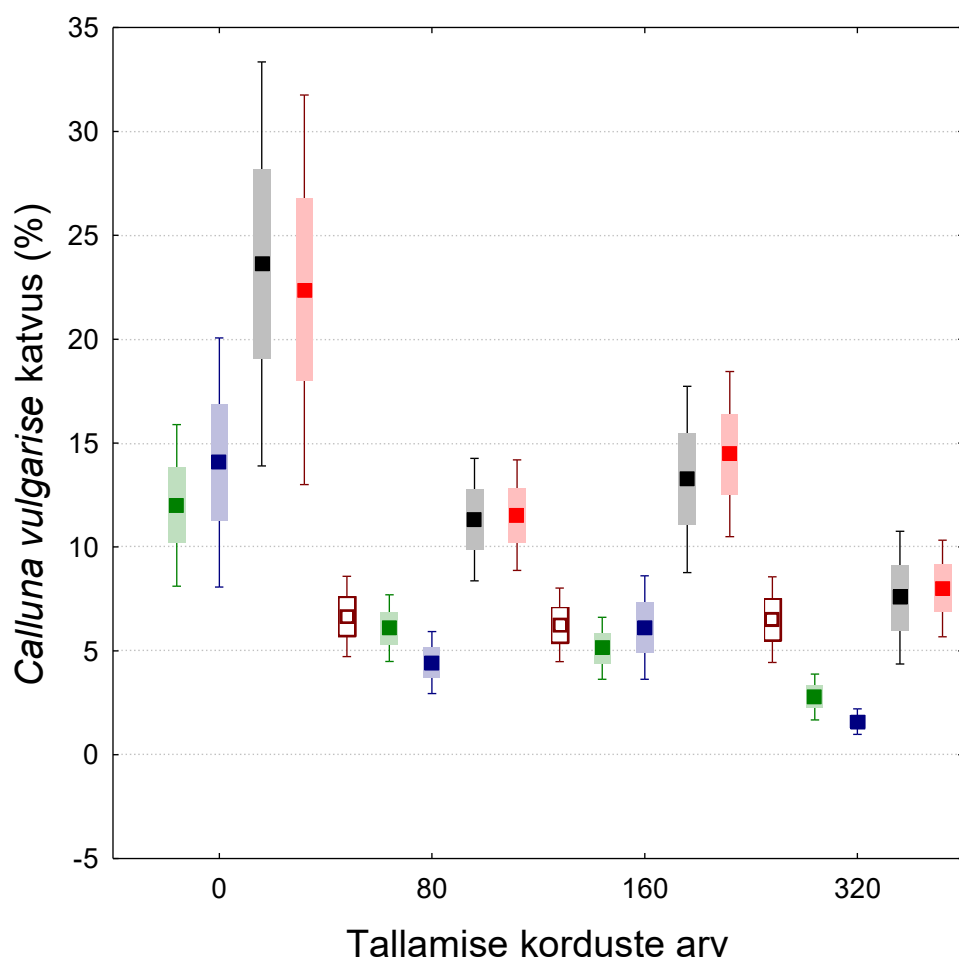
### 3.2.2 Kanarbiku (*Calluna vulgaris*) katvus

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 7,1% ning peale räätsadega tallamist 7,5% (joonis 9). Üks aasta peale tallamist (2018) oli kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus vähenenud jalgsi tallamise korral 10,2% ning räätsadega tallamise korral 9,9%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 12,4% ning räätsadega tallamise korral 13,4%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 10,8% ning räätsadega tallamise korral 11,3%. Statistiliselt olulist erinevust kanarbiku (*C. vulgaris*) katvuse vähenemises vastavalt tallamise viisile ei esinenud.



**Joonis 9.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi kanarbiku (*C. vulgaris*) katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

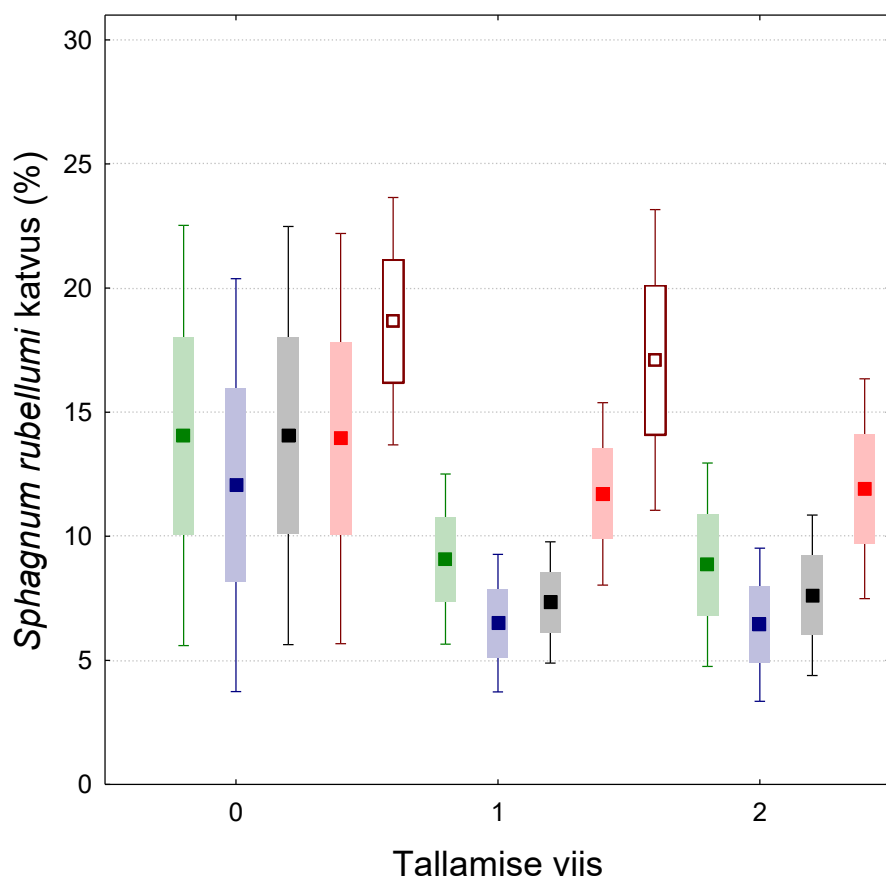
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 5,9%, peale 160 tallamiskorda 6,9% ja peale 320 tallamiskorda 9,2% (joonis 10). Statistiliselt olulist erinevust kanarbiku (*C. vulgaris*) katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel ning 160 ja 320 tallamiskorra vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus 3,3%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud peale 80 tallamiskorda (2020) 10,8%, peale 160 tallamiskorda 7,9% ja peale 320 tallamiskorda 14,4%. Statistiliselt olulist erinevust kolm aastat peale tallamist kanarbiku (*C. vulgaris*) katvuse vähenemises võrreldes tallamiskordadega ei esinenud.



**Joonis 10.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi kanarbiku (*C. vulgarise*) katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

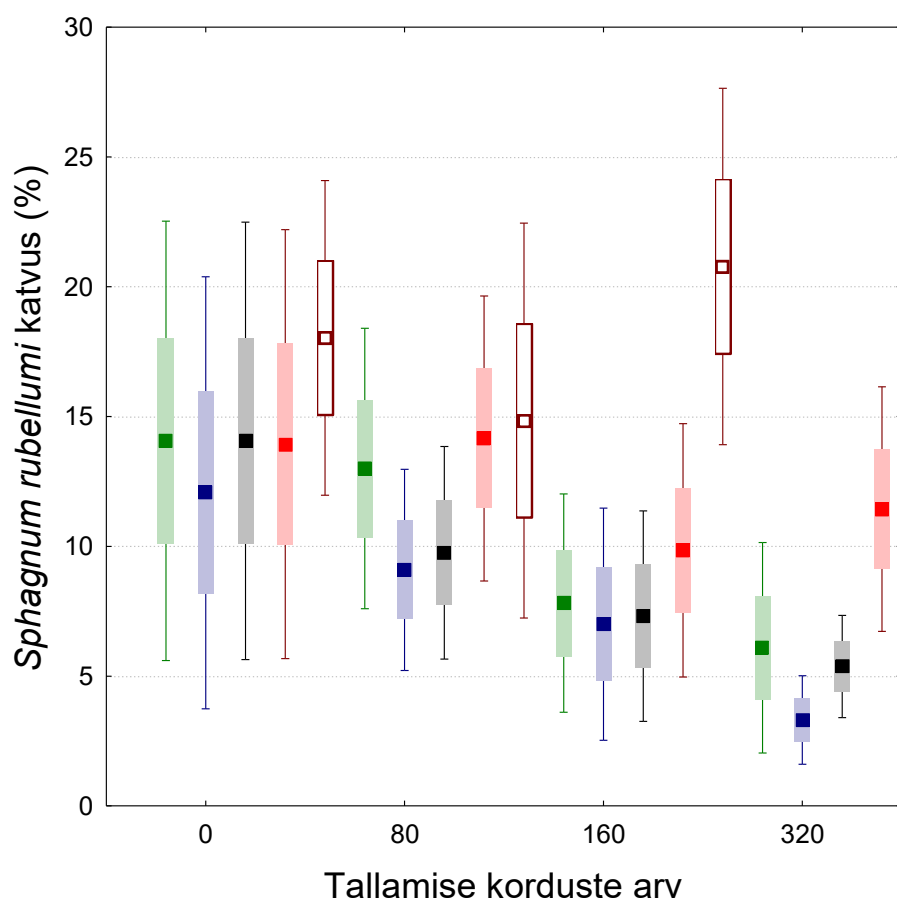
### 3.2.3 Punase turbasambla (*Sphagnum rubellumi*) katvus

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 5% ning peale räätsadega tallamist 5,2% (joonis 11). Üks aasta peale tallamist (2018) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 5,6% ning räätsadega tallamise korral 6,6%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 6,7% ning räätsadega tallamise korral 6,4%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus kontrollruutudest vähem jalgsi tallamise korral 2,2% ning räätsadega tallamise korral 2%. Statistiliselt olulist erinevust punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvuses tallamisviisidega võrreldes ei esinenud.



**Joonis 11.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

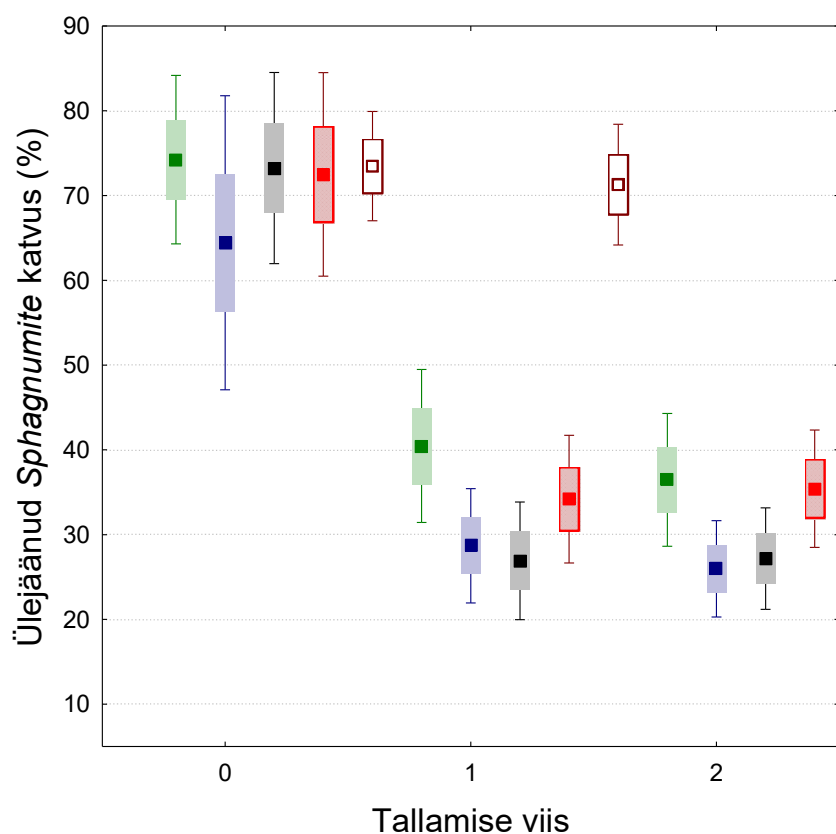
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 1,1%, peale 160 tallamiskorda 6,3% ja peale 320 tallamiskorda 8% (joonis 12). Üks aasta peale tallamist (2018) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 3%, peale 160 tallamiskorda 5,1% ja peale 320 tallamiskorda 8,8%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 4,3%, peale 160 tallamiskorda 6,8% ja peale 320 tallamiskorda 8,7%. Kolm aasta peale tallamist (2020) oli punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvus võrreldes kontrollruutudega tõusnud peale 80 tallamiskorda 0,2%, peale 160 tallamiskorda vähenenud 4,1% ja peale 320 tallamiskorda 2,5%. Statistiliselt olulist erinevust punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvuses tallamiskordadega võrreldes esines üks (2018) ja kaks (2019) aastat peale 320 tallamiskorda.



**Joonis 12.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

### 3.2.4 Turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 33,8% ning peale räätsadega tallamist 37,8% (joonis 13). Üks aasta peale tallamist (2018) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 35,8% ning räätsadega tallamise korral 38,5%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 46,3% ning räätsadega tallamise korral 46,1%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 38,3% ning räätsadega tallamise korral 37,1%. Statistiliselt olulist erinevust turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuses tallamisviisidega võrreldes ei esinenud.



**Joonis 13.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

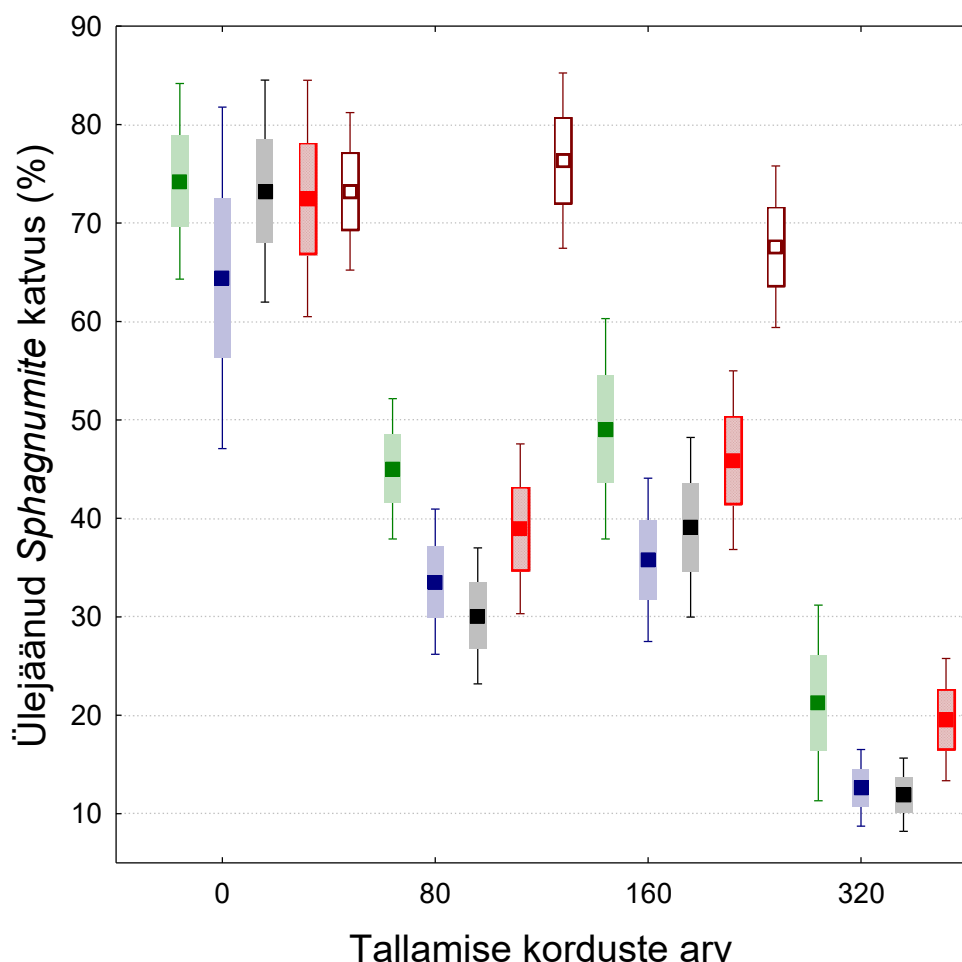
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 29,2%, peale 160 tallamiskorda 25,2% ja peale 320 tallamiskorda 53% (joonis 14). Statistiliselt olulist erinevust turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 23,8% ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 27,8%.

Üks aasta peale tallamist (2018) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud peale 80 tallamiskorda 30,9%, peale 160 tallamiskorda 28,7% ja peale 320 tallamiskorda 51,8%. Statistiliselt olulist erinevust turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskorra vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 20,9% väiksem ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 23,2% väiksem.

Kaks aastat peale tallamist (2019) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud peale 80 tallamiskorda 43,2%, peale 160 tallamiskorda 34,2% ja peale 320 tallamiskorda 61,3%. Statistiliselt olulist erinevust turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskorra vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 18,2% väiksem ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 27,2% väiksem.

Kolm aastat peale tallamist (2020) oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus võrreldes kontrollruutudega väiksem peale 80 tallamiskorda (2020) 33,6%, peale 160 tallamiskorda 26,6% ja peale 320 korda 52,9%. Statistiliselt olulist erinevust turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 tallamiskorra vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 19,4% väiksem ning võrreldes 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus 26,3% väiksem.



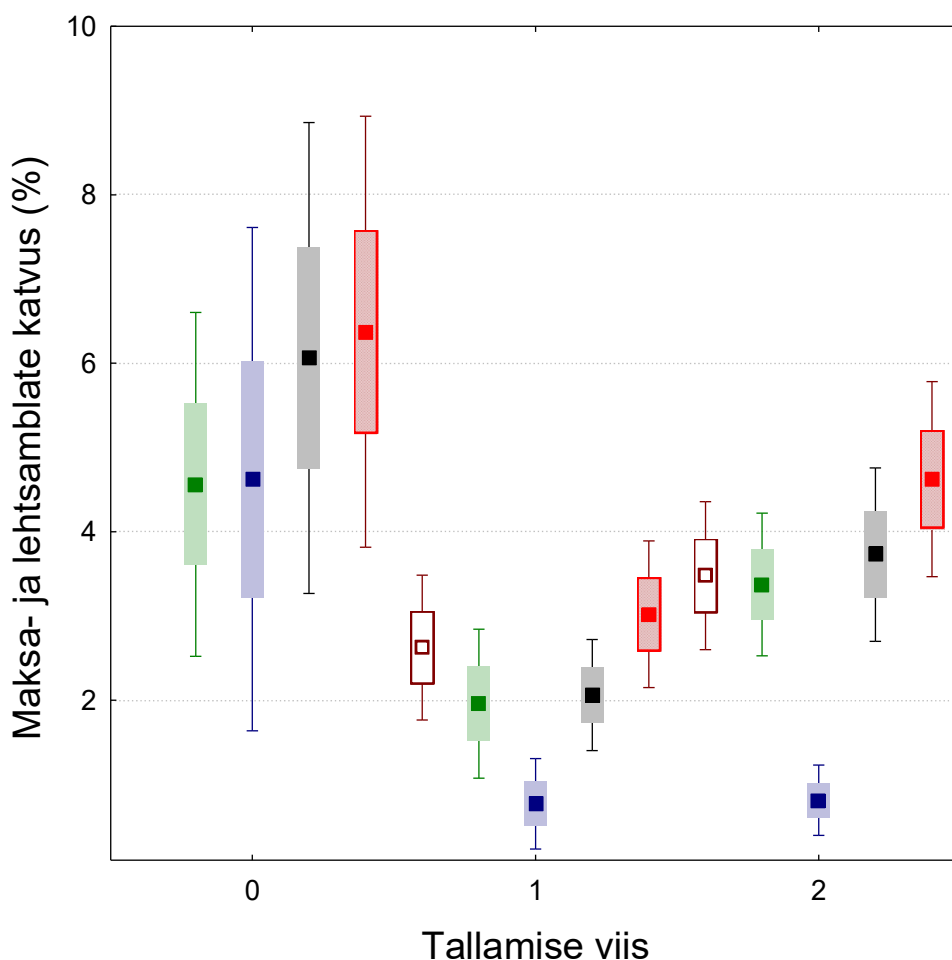


**Joonis 14.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

### 3.2.5 Maksa- ja lehtsammalde katvus

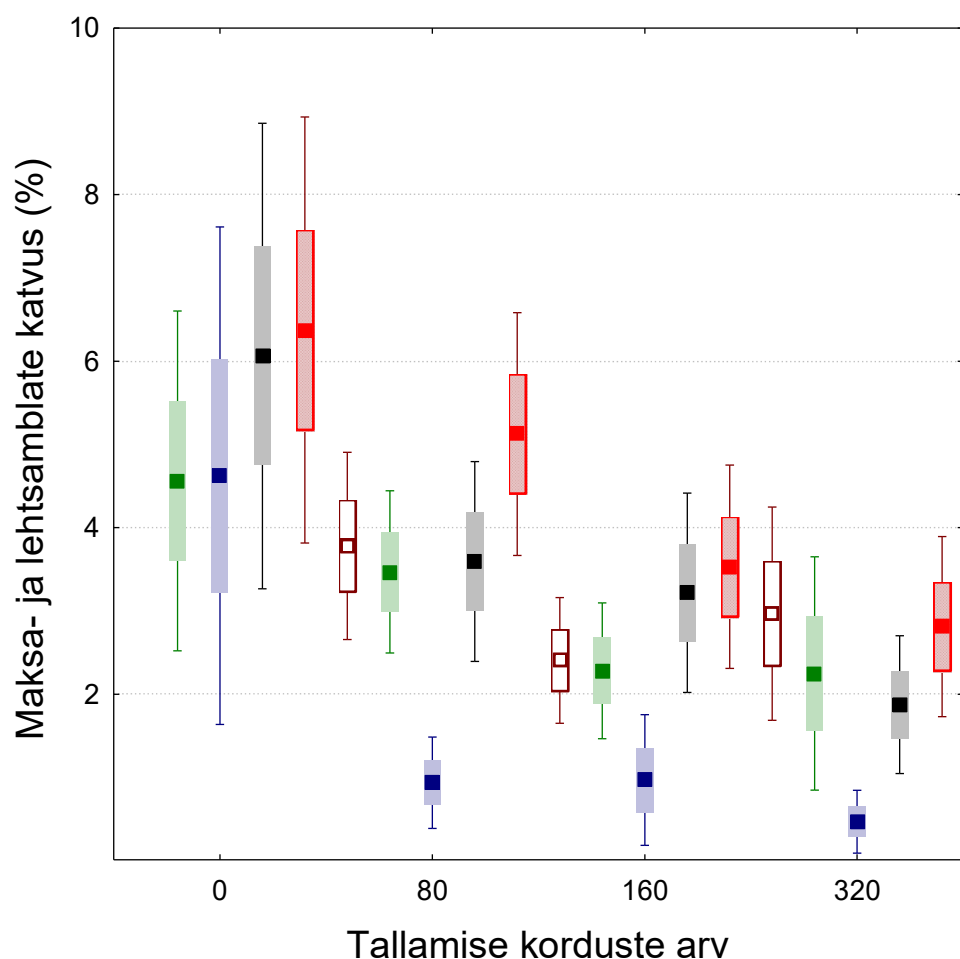
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes maksa- ja lehtsammalde katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale jalgsi tallamist 2,6% ning peale räätsadega tallamist 1,2% (joonis 15). Üks aasta peale tallamist (2018) oli maksa- ja lehtsammalde katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 3,9% ning räätsadega tallamise korral 2,3%. Statistiliselt olulist erinevust üks aasta peale tallamist maksa- ja lehtsammalde katvuses tallamisviisidega võrreldes ei esinenud. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli maksa- ja lehtsammalde katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 4% ning räätsadega tallamise korral 2,3%. Võrreldes omavahel jalgsi ja räätsadega tallamist vähenes maksa- ja lehtsammalde katvus jalgsi tallates 1,7%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli maksa- ja lehtsammalde katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral

3,4% ning räätsadega tallamise korral 1,8%. Statistiliselt olulist erinevust kolm aastat peale tallamist maksa- ja lehtsamalde katvuses tallamisviisidega võrreldes ei esinenud.



**Joonis 15.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi maksa- ja lehtsamalde katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

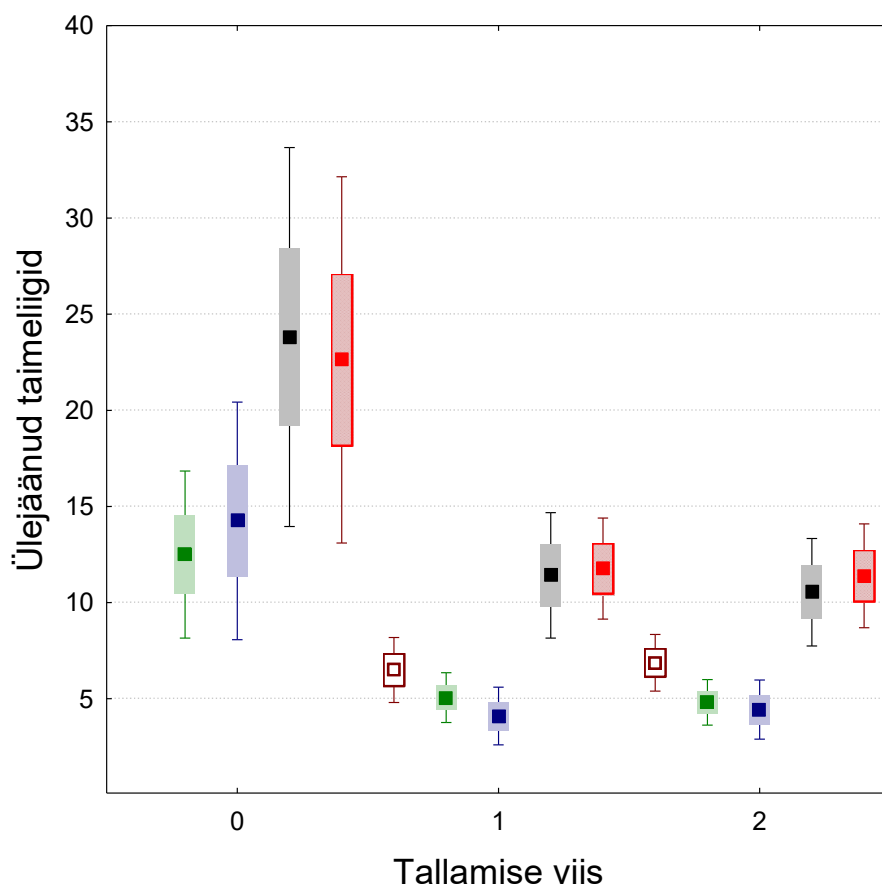
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes maksa- ja lehtsamalde katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 1,1%, peale 160 tallamiskorda 2,3% ja peale 320 tallamiskorda 2,3% (joonis 16). Üks aasta peale tallamist (2018) oli maksa- ja lehtsamalde katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud peale 80 tallamiskorda 3,7%, peale 160 tallamiskorda 3,7% ja peale 320 tallamiskorda 4,2%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli maksa- ja lehtsamalde katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 2,5%, peale 160 tallamiskorda 2,8% ja peale 320 tallamiskorda 4,2%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli maksa- ja lehtsamalde katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda (2020) 1,3%, peale 160 tallamiskorda 2,8% ja peale 320 korda 3,6%. Statistiliselt olulist erinevust maksa- ja lehtsamalde katvuses tallamiskordadega võrreldes ei esinenud.



**Joonis 16.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi maksa- ja lehtsamblade katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

### 3.2.6 Soontaimede katvus

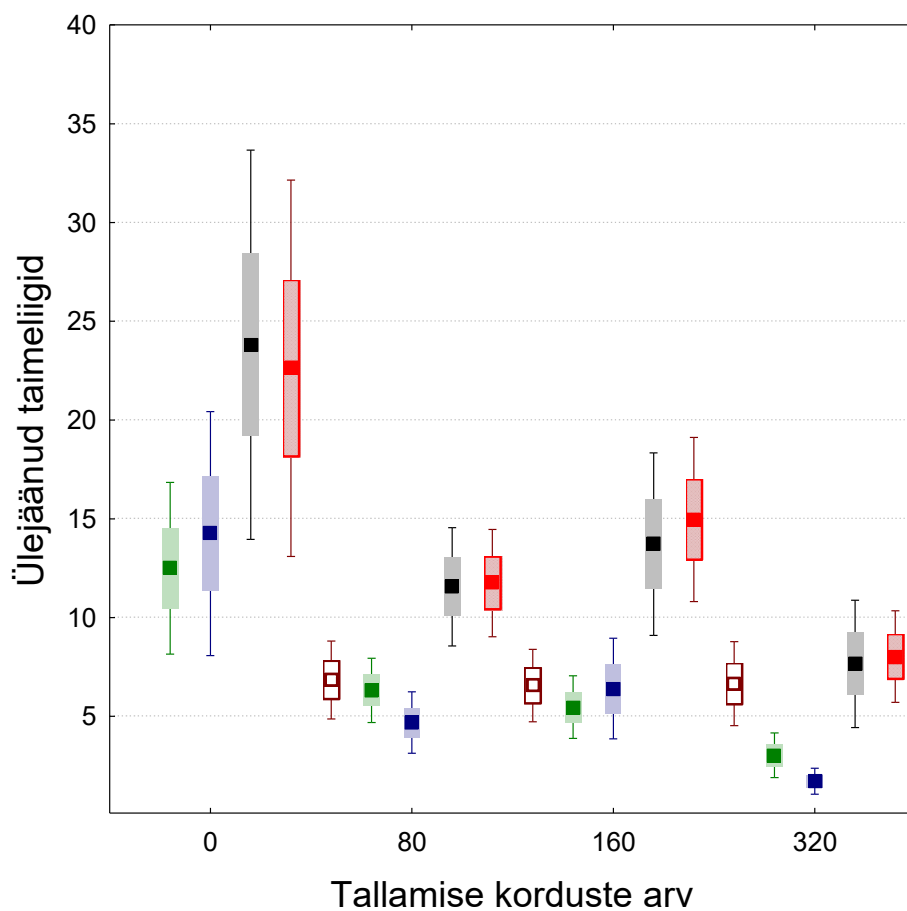
Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes soontaimede katvus võrreldes kontrollruutudega peale samal aastal (2017) jalgsi tallamist 7,4% ning peale räätsadega tallamist 7,7% (joonis 17). Üks aasta peale tallamist (2018) oli soontaimede katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 10,2% ning räätsadega tallamise korral 9,8%. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli soontaimede katvus võrreldes kontrollruutudega vähenenud jalgsi tallamise korral 12,4% ning räätsadega tallamise korral 13,3%. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli soontaimede katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 10,9% ning räätsadega tallamise korral 11,2%. Statistiliselt olulist erinevust soontaimede katvuse vähenemises tallamise viisidega võrreldes ei esinenud.



**Joonis 17.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi soontaimede katvuse sõltuvus tallamise viisist (0 – kontroll; 1 – tallati jalgadega; 2 – tallati räätsadega), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes soontaimede katvus võrreldes kontrollruutudega samal aastal (2017) peale 80 tallamiskorda 6,2%, peale 160 tallamiskorda 7% ja peale 320 tallamiskorda 9,5% (joonis 18). Statistiliselt olulist erinevust soontaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 ning 160 ja 320 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel vähenes soontaimede katvus 3,3%. Üks aasta peale tallamist (2018) oli soontaimede katvus võrreldes kontrollruutude katvusega vähenenud peale 80 tallamiskorda 9,6%, peale 160 tallamiskorda 7,8% ja peale 320 korda 12,5%. Statistiliselt olulist erinevust soontaimede katvuse vähenemises ei esinenud 80 ja 160 ning 160 ja 320 tallamiskordade vahel. Võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda oli soontaimede katvus 3% väiksem. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli soontaimede katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 12,3%, peale 160 tallamiskorda 10,1% ja peale 320 korda 16,2%. Statistiliselt olulist erinevust soontaimede katvuse vähenemises tallamiskordade vahel ei esinenud. Kolm aastat peale tallamist (2020) oli

soontaimede katvus kontrollruutudest väiksem peale 80 tallamiskorda 10,9%, peale 160 tallamiskorda 7,7% ja peale 320 korda 14,6%.



**Joonis 18.** Peenra-älveraba kasvukohatüübi soontaimede katvuse sõltuvus tallamise korduste arvust (0, 80, 160 ja 320 korda), ja selle dünaamika neljal järgneval aastal (2017 sügis; 2018; 2019; 2020). Joonise märgistused samad, mis joonisel 4.

**Tabel 1.** Tukey testi tulemused analüüsitud tunnuse ja kategooriate põhjal.

| sõltuv tunnus                            | kategooria 1 | kategooria 2        | mean     | a | ab | b | bc | c |
|--|--------------|---------------------|----------|---|----|---|----|---|
| samblarinde katvus<br>joonis 4           | 2017         | tallamise viis 0    | 88,68750 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 59,62500 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 64,20139 | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamise viis 0    | 84,37500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 53,45139 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 59,74306 | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamise viis 0    | 85,91667 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 55,64583 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 61,57639 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamise viis 0    | 85,91667 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 63,95139 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 68,75694 | x |    |   |    |   |
| samblarinde katvus<br>joonis 5           | 2017         | tallamiskoormus 0   | 88,68750 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 71,80208 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 67,13542 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 46,80208 |   |    | x |    |   |
|  | 2018         | tallamiskoormus 0   | 84,37500 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 64,67708 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 63,62500 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 41,48958 |   |    | x |    |   |
|  | 2019         | tallamiskoormus 0   | 85,91667 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 63,93750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 66,01042 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 45,88542 |   |    | x |    |   |
|  | 2020         | tallamiskoormus 0   | 85,91667 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 70,89583 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 70,69792 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 57,46875 |   |    | x |    |   |
| samblarinde katvus<br>joonis 6           | 2017         | kooslus 1           | 76,32143 |   |    | x |    |   |
|  |              | kooslus 2           | 63,76786 | x |    |   |    |   |
|  |              | kooslus 3           | 57,12500 | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | kooslus 1           | 74,44643 |   |    |   |    | x |
|  |              | kooslus 2           | 65,71429 |   |    | x |    |   |
|  |              | kooslus 3           | 41,53571 | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | kooslus 1           | 80,00893 |   |    |   |    | x |
|  |              | kooslus 2           | 64,98214 |   |    | x |    |   |
|  |              | kooslus 3           | 42,54464 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | kooslus 1           | 82,85714 |   |    |   |    | x |
|  |              | kooslus 2           | 71,00000 |   |    | x |    |   |
|  |              | kooslus 3           | 53,58929 | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 samblarinde katvus<br>joonis 7 | 2017         | tallamise viis 0    | 97,12500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 52,04167 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 48,87500 | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamise viis 0    | 90,62500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 34,45833 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 32,25000 | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamise viis 0    | 91,75000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 33,20833 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 35,47917 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamise viis 0    | 92,25000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 46,39583 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 47,89583 | x |    |   |    |   |

| sõltuv tunnus                                   | kategooria 1 | kategooria 2        | mean     | a | ab | b | bc | c |
|---|--------------|---------------------|----------|---|----|---|----|---|
| kooslus 3 samblarinde katvus<br>joonis 8        | 2017         | tallamiskoormus 0   | 97,12500 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 61,71875 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 59,87500 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 29,78125 |   |    | x |    |   |
|   | 2018         | tallamiskoormus 0   | 90,62500 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 42,68750 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 41,96875 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 15,40625 |   |    | x |    |   |
|   | 2019         | tallamiskoormus 0   | 91,75000 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 39,28125 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 47,03125 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 16,71875 |   |    | x |    |   |
|   | 2020         | tallamiskoormus 0   | 92,25000 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 54,37500 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 55,18750 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 31,87500 |   |    | x |    |   |
| kooslus 3 Calluna Vulgaris katvus<br>joonis 9   | 2017         | tallamise viis 0    | 12,00000 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 4,87500  | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 4,45833  | x |    |   |    |   |
|   | 2018         | tallamise viis 0    | 14,06250 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 3,91667  | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 4,18750  | x |    |   |    |   |
|   | 2019         | tallamise viis 0    | 23,62500 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 11,20833 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 10,20833 | x |    |   |    |   |
|   | 2020         | tallamise viis 0    | 22,37500 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 11,60417 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 11,06250 | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 Calluna Vulgaris katvus<br>joonis 10  | 2017         | tallamiskoormus 0   | 12,00000 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 6,09375  |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 5,12500  |   | x  |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 2,78125  | x |    |   |    |   |
|   | 2018         | tallamiskoormus 0   | 14,06250 |   |    |   |    | x |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 4,43750  |   | x  |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 6,12500  |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 1,59375  | x |    |   |    |   |
|   | 2019         | tallamiskoormus 0   | 23,62500 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 11,31250 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 13,25000 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 7,56250  | x |    |   |    |   |
|   | 2020         | tallamiskoormus 0   | 22,37500 |   |    | x |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 80  | 11,53125 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 160 | 14,46875 |   | x  |   |    |   |
|   |              | tallamiskoormus 320 | 8,00000  | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 Sphagnum Rubellum katvus<br>joonis 11 | 2017         | tallamise viis 0    | 14,06250 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 9,08333  | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 8,85417  | x |    |   |    |   |
|   | 2018         | tallamise viis 0    | 12,06250 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 6,50000  | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 6,43750  | x |    |   |    |   |
|   | 2019         | tallamise viis 0    | 14,06250 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 7,33333  | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 7,62500  | x |    |   |    |   |
|   | 2020         | tallamise viis 0    | 13,93750 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 1    | 11,70833 | x |    |   |    |   |
|   |              | tallamise viis 2    | 11,91667 | x |    |   |    |   |

| sõltuv tunnus                                      | kategooria 1 | kategooria 2        | mean     | a | ab | b | bc | c |
|--|--------------|---------------------|----------|---|----|---|----|---|
| kooslus 3 Sphagnum Rubellum katvus<br>joonis 12    | 2017         | tallamiskoormus 0   | 14,06250 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 13,00000 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 7,81250  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 6,09375  | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamiskoormus 0   | 12,06250 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 9,09375  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 7,00000  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 3,31250  | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamiskoormus 0   | 14,06250 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 9,75000  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 7,31250  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 5,37500  | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamiskoormus 0   | 13,93750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 14,15625 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 9,84375  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 11,43750 | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 Sphagnumite katvus (v.a SR)<br>joonis 13 | 2017         | tallamise viis 0    | 74,25000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 40,45833 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 36,45833 | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamise viis 0    | 64,43750 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 28,68750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 25,95833 | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamise viis 0    | 73,25000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 26,91667 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 27,16667 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamise viis 0    | 72,50000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 34,18750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 35,41667 | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 Sphagnumite katvus (v.a SR)<br>joonis 14 | 2017         | tallamiskoormus 0   | 74,25000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 45,03125 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 49,09375 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 21,25000 |   |    | x |    |   |
|  | 2018         | tallamiskoormus 0   | 64,43750 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 33,56250 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 35,78125 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 12,62500 |   |    | x |    |   |
|  | 2019         | tallamiskoormus 0   | 73,25000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 30,09375 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 39,09375 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 11,93750 |   |    | x |    |   |
|  | 2020         | tallamiskoormus 0   | 72,50000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 38,93750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 45,90625 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 19,56250 |   |    | x |    |   |
| kooslus 3 maksa- ja lehtsamalde katv<br>joonis 15  | 2017         | tallamise viis 0    | 4,56250  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 1,958333 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 3,37500  |   | x  |   |    |   |
|  | 2018         | tallamise viis 0    | 4,625000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 0,770833 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 0,812500 | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamise viis 0    | 6,062500 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamise viis 1    | 2,062500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 3,729167 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamise viis 0    | 6,375000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 3,020833 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 4,625000 |   | x  |   |    |   |



| sõltuv tunnus                                      | kategooria 1 | kategooria 2        | mean      | a | ab | b | bc | c |
|--|--------------|---------------------|-----------|---|----|---|----|---|
| kooslus 3 maksa- ja lehtsammalde katv<br>joonis 16 | 2017         | tallamiskoormus 0   | 4,562500  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 3,468750  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 2,281250  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 2,250000  | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamiskoormus 0   | 4,625000  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 0,937500  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 0,968750  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 0,468750  | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamiskoormus 0   | 6,062500  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 3,593750  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 3,218750  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 1,875000  | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamiskoormus 0   | 6,375000  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 5,125000  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 3,531250  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 2,812500  | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 ülejäänud taimede katvus<br>joonis 17    | 2017         | tallamise viis 0    | 12,500000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 5,062500  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 4,812500  | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamise viis 0    | 14,250000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 4,104170  | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 4,437500  | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamise viis 0    | 23,812500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 11,416670 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 10,541670 | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamise viis 0    | 22,625000 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamise viis 1    | 11,770830 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamise viis 2    | 11,395830 | x |    |   |    |   |
| kooslus 3 ülejäänud taimede katvus<br>joonis 18    | 2017         | tallamiskoormus 0   | 12,500000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 6,312500  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 5,468750  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 3,031250  | x |    |   |    |   |
|  | 2018         | tallamiskoormus 0   | 14,250000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 4,687500  |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 6,406250  |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 1,718750  | x |    |   |    |   |
|  | 2019         | tallamiskoormus 0   | 23,812500 |   |    | x |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 11,562500 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 13,718750 | x |    |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 7,656250  | x |    |   |    |   |
|  | 2020         | tallamiskoormus 0   | 22,625000 |   |    |   |    | x |
|  |              | tallamiskoormus 80  | 11,750000 |   | x  |   |    |   |
|  |              | tallamiskoormus 160 | 14,968750 |   |    |   | x  |   |
|  |              | tallamiskoormus 320 | 8,031250  | x |    |   |    |   |

Märkused:

1. Kategooriates a kuni c märgitud tähed x indikeerivad statistiliselt olulisi erinevusi aastate (kategooria 1) sees, erinevate töötluste (kategooria 2) vahel.
2. Igale analüüsile on lisatud ka vastavasse kategooriasse kuuluvate mõõtmiste aritmeetiline keskmine.

## ARUTELU

Jalgsi ja räätsadega tallamise mõju uuringust raba taimestikule selgus, et sammaltaimede katvus vähenes kõigis vaadeldud kooslustes (puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas) oluliselt sõltumata tallamisviisist. Sammaltaimede katvus ei erinenud oluliselt räätsadega ja jalgsi tallamise korral ka peale ühte, kahte ja kolme aastat tallamist. Samas on oluline asjaolu, et jalgsi tallamise puhul vähenes sammaltaimede katvus veidi suuremal määral, kui räätsadega tallamisel (ca 5% enam). Sammaltaimede katvus hakkas suurenema (samblarinne taastuma) kaks aastat peale räätsadega tallamist ning kolm aastat peale jalgsi tallamist. Sammaltaimede katvus vähenes kõikides kasvukohatüüpides oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust.

Sammaltaimede katvus vähenes puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas 80 ja 160 tallamiskorral sarnasel määral (16,9% ja 21,6%), ent 320 tallamiskorra puhul vähenes katvus enam kui 20% teiste tallamiskordadega võrreldes (41,9%). Šotimaal Cairngorm'i mäestikus turbalasundil paikneval kanarbikunõmmel läbi viidud katses leiti, et tallamisest tulenevad kahjustused on otseses seoses tallamiskoormuse suurenemisega (Bayfield 1979). Sarnased tulemused saadi ka Venemaal Polistovsky looduskaitsealal läbi viidud katse käigus (Korolkova, Mironova 2019), kus leiti, et tallamiskoormus mõjutab rabapinnase taastumise kiirust ning mõned taimekooslused (pilliroo-turbasambla) ei taastunud kolme aasta jooksul peale 60 ja 180 tallamiskorda ning männi-villpea-turbasambla taimekooslus peale 180 tallamiskorda.

Käesoleva uuringu tulemuste põhjal võib kinnitada, et puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ning peenra-älverabas jalgsi tallamise ja räätsadega tallamise puhul ei ole kahjustuste tekkimisel mingit olulist erinevust. Samuti võib järeldada, et olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust ei olnud kolm aastat peale tallamist samblarinne taastunud. Seega võib öelda, et samades rabakooslustes samadel tingimustel jalgsi või räätsadega tallates on kahjustused koosluse põhiselt samblarindele ühesuguse ulatusega.

Kui peale tallamist (2017) puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas sammalde katvus statistiliselt oluliselt ei erinenud, siis üks aasta peale tallamist oli erinevus oluline kõikides vaadeldud kasvukohatüüpides. See asjaolu oli tingitud sellest, et esimesel aastal peale tallamist

(2017) oli väga raske hinnata, kas kahjustatud samblad olid elus või hukkunud ja eluvõimetud. Teisel aastal peale tallamist (2018) oli näha, et suur osa tallamisel kahjustatud sammaldest olid hukkunud (kuivanud ja eluvõimetud) ning ei olnud vegetatiivselt paljunenud. Kõige enam (51,5%) oli üks aasta peale tallamist (2018) sammaltaimede katvus vähenenud peenra-älveraba kasvukohatüübis. Kolm aastat peale tallamist (2020) ei olnud peenra-älveraba sammaltaimede katvus (39,4%) saavutanud isegi peale tallamist (2017) hinnatud katvust, kuid puis-mättarabas oli katvus võrreldes tallamiseelse katvusega väiksem 8,1% ning puis-peenra-älverabas 21%. Puis-mättaraba ning osaliselt ka puis-peenra-älveraba samblarinde katvuse mõõdukat vähenemist ning kiiret taastumist võib seletada asjaoluga, et koosluses domineerivad soontaimed nagu näiteks kanarbik (*C. vulgaris*) ja sookail (*L. palustre*) vähendavad tallamisest tulenevat mõju samblarindele. Kuna peenra-älveraba soontaimede osakaal on älveste esinemise tõttu väiksem, siis ei aita puhmarindes asuvad taimed samblarindele avalduvat survet vähendada. Venemaal Polistovsky looduskaitsealal läbi viidud jalgsi tallamise katse käigus leiti, et mida kõrgem on veetase tallatavas koosluses, seda rohkem taimeliikide vastupanuvõime tallamise mõjudele väheneb (Korolkova, Mironova 2019). Eelnevast võib järeldada, et peenra-älveraba kasvukohatüübis on samblarinde katvuse vähenemine seotud kõrge veetasemega, mis taimeliikide vastupanuvõimet tallamisele vähendab.

Sammaltaimede katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes oluliselt sõltumata tallamisviisist. Sammaltaimede katvus ei olnud statistiliselt oluliselt erinev mõlema tallamisviisi korral ka peale ühte, kahte ja kolme aastat tallamist. Samas on oluline asjaolu, et sammaltaimede katvus vähenes samal aastal (2017), üks aasta (2018) ning kaks aastat (2019) peale tallamist enam räätsadega tallamise korral, kuid peale kolmandat aastat (2020) oli märgata sammalde kiiremat taastumist räätsadega tallatud aladel. Sammaltaimede katvus vähenes peenra-älveraba kasvukohatüübis oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust. Sammaltaimede katvus vähenes 80 ja 160 tallamiskorral sarnasel määral (35,4% ja 37,3%), ent 320 tallamiskorra puhul vähenes katvus enam kui 30% teiste tallamiskordadega võrreldes (67,3%). Kolm aastat peale 80 ja 160 tallamiskorda (2020) ei olnud peenra-älveraba sammaltaimede katvus samal aastal peale tallamist (2017) hinnatud katvust saavutanud ning ehkki 320 tallamiskorra puhul saavutas katvus peale tallamist katvuse, ei ole antud kasvukohatüübis samblarinde katvus võrreldes tallamiseelse katvusega taastuma hakanud. Käesoleva uuringu tulemuste põhjal võib kinnitada, et peenra-älveraba kasvukohatüübis jalgsi tallamise ja räätsadega tallamise puhul ei ole kahjustuste tekkimisel mingit olulist erinevust. Samuti võib järeldada, et samblarinde katvus vähenes võrreldes 80, 160 ja 320 tallamiskorda omavahel oluliselt enam 320 tallamiskorra

puhul. Olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust ei olnud kolm aastat peale tallamist olulisel määral sammaltaimede katvuse taastumist toimunud.

Kanarbiku (*C. vulgaris*), punase turbasambla (*S. rubellum*), turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*) ning ülejäänud taimeliikide (v.a eelnevalt analüüsis kajastatud liikide) katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes oluliselt sõltumata tallamisviisist ning katvus ei olnud statistiliselt oluliselt erinev mõlema tallamisviisi korral ka peale ühte, kahte ja kolme aastat tallamist.

Kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus vähenes oluliselt võrreldes 80 (5,9%) ja 320 (9,2%) tallamiskorda omavahel. Kaks aastat peale tallamist (2019) toimus aga kõikide tallamiskordade puhul kanarbiku (*C. vulgaris*) katvuse märgatav suurenemine ning ehkki katvused ületasid püsiruutudes enne tallamist mõõdetud tulemused (320 tallamiskorra puhul minimaalselt), siis kontrollruutude katvusi ei ületatud. Samad tulemused saadi ka kolm aastat peale tallamist, kus katvus olid veelgi suurenenud. Võib järeldada, et kanarbiku (*C. vulgaris*) katvus suurenes 2019. ja 2020. aasta vegetatsiooniperioodidel kogu koosluses ning taastumine toimus kõikide tallamiskordusega tallatud aladel.

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes punase turbasambla (*S. rubellum*) katvus oluliselt ainult esimesel (2017) (8,8%) ja teisel (2018) (8,7%) aastal peale 320 tallamiskorda. Uuringu tulemustest selgus, et kaks aastat peale tallamist (2019) hakkas punase turbasambla (*S. rubellum*) katvus olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust taastuma ning kolm aastat peale tallamist oli katvus kontrollruutudest väiksem jalgsi tallamise korral 2,2% ning räätsadega tallamise korral 2%. Kolm aastat (2020) peale tallamist statistiliselt olulist erinevust punase turbasambla (*S. rubellumi*) katvuses tallamiskordadega võrreldes ei esinenud, ent 320 tallamiskorra puhul ei olnud katvus tallamiseelse katvusega võrreldes taastunud. Eelnevast tulenevalt võib järeldada, et punane turbasammal (*S. rubellum*) on peale mõõdukat tallamist (80-160 tallamiskorda) võimeline taastuma, kuid 320 tallamiskorrast taastumine võtab aega rohkem kui kolm aastat.

Turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*) katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes räätsadega tallamise puhul veidi suuremal määral kui jalgsi tallamise puhul (4%). Lisaks selgus, et kaks aastat peale mõlemal viisil tallamist vähenes turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*) katvuse protsent veelgi enam. Räätsadega tallamise korral hakkas turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*) katvuse protsent esmakordselt peale

tallamist (2017) suurenema kolmandal aastal (2020), kuid jalgsi tallamise korral katvuse taastuma ei hakanud. Turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust.

Turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus vähenes 80 ja 160 tallamiskorral sarnasel määral (29,2% ja 25,2%), ent 320 tallamiskorra puhul vähenes katvus enam kui 24% teiste tallamiskordadega võrreldes (53%). Kaks aastat peale tallamist vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus kõikide tallamiskordade korral veelgi enam, kuid kolm aastat peale tallamist saavutasid kõikide tallamiskordade korral katvused samal aastal peale tallamist (2017) määratud katvused. Sellegipoolest kolm aastat peale tallamist taastumist ei toimunud ning võrreldes kontrollruutude katvusega oli turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus vähenenud peale 80 tallamiskorda 33,6%, peale 160 tallamiskorda 26,6% ja peale 320 korda 52,9%.

Käesoleva uuringu tulemuste põhjal võib kinnitada, et peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) võrreldes 80, 160 ja 320 tallamiskorda oluliselt enam 320 tallamiskorra puhul. Olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust ei olnud kolm aastat peale tallamist olulisel määral turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse taastumist toimunud.

Cole ja Bayfield on oma artiklis välja toonud, et taimede katvuse protsent võib veel mõnd aega peale tallamiskatset langeda, sest tallamiskahjustustega taimed võivad surra alles paari päeva kuni nädala pärast (Cole, Bayfield 1993:211). Lisaks on leitud, et sookooslustes tallamisega kaasneb turbalasundi paljastumine ning võib esineda pinnase tihenemist, millega kaasnevad mõjud võivad püsida kuni 7 aastat (Bayfield 1979 ref Rosenburgh 2015:21). Eelnevast tulenevalt võib turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvuse mittetaastumist selgitada pinnase tihenemisega kaasnevate mõjudega. Näiteks võivad pinnase tihenemisega kaasneda muutused koosluse veerežiimis nagu näiteks veetaseme tõus (vesi koguneb tihenunud kihi peale) või põuaperioodil veedefitsiit. Kuna osad turbasamblad ei talu üleujutust (pruun turbasammal) ning osad eelistavad märjemaid kasvukohti (balti turbasammal, pudev turbasammal, õrn turbasammal), võib erinevate liikide taastumine ka ümbritsevast keskkonnast mõjutatud olla. Ehkki tavaliselt tihedalt mätastel koos kasvavad turbasamblad on kuivusele vastupidavamad, kuna aurustumisele avatud taimeosi on vähem (Rydin & Jeglum 2006 ref Karro 2017:13), siis võib nende vastupidavus mätaste tallamisel ja purustamisel väheneda.

Muuhulgas võivad niigi hõredamalt älvastes kasvavad turbasamblad, olles kuival perioodil enam avatud ümbritseva mikrokeskkonna mõjudele (tuulele), peale tallamist veelgi kiiremini läbi kuivada (Ibid.).

Maksa- ja lehtsamalde katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes samal aastal peale tallamist (2017) oluliselt ainult jalgsi tallamise korral, üks aasta peale tallamist (2018) oli katvus oluliselt vähenenud mõlema tallamisviisi korral (tallamisviisid üksteisest oluliselt ei erinenud), kaks aastat peale tallamist (2019) samuti mõlema tallamisviisi korral (tallamisviisid erinesid oluliselt üksteisest, jalgsi tallamise korral vähenes katvus enam) ning kolm aastat peale tallamist oli katvus taas oluliselt vähenenud ainult jalgsi tallamise korral. Maksa- ja lehtsamalde katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes oluliselt sõltumata tallamiskordadest, kuid statistiliselt olulist erinevust sammaltaimede katvuse vähenemises vastavalt tallamiskordadele ei esinenud. Kaks aastat peale tallamist (2019) oli maksa- ja lehtsamalde katvus olenemata tallamisviisist 80 ja 160 tallamiskorra puhul võrreldes prooviruutude tallamiseelse seisuga taastunud ning kolm aastat peale 80 ja 160 tallamiskorda (2020) ületas maksa- ja lehtsamalde katvus peenra-älveraba koosluse prooviruutudes määratud katvuse. Uuringu tulemustest selgus, et maksa- ja lehtsamalde katvus taastus enam räätsadega tallamise puhul.

Kuna maksasamaldest määrati kasvukohatüübis samblaliigid, mis kasvavad turvasmullal, kõdupuidul, turbasamalde peal või turbasamalde vahel (neesi kottsamal (*Calypogeia neesiana*), loitlesbergeri niitsammal (*Cephalozia loitlesbergeri*), ümaralehine niitsammal (*Cephalozia connivens*), väike sõrmiksammal (*Kurzia pauciflora*), rabamüülia (*Mylia anomala*), raba-kottsamal (*Calypogeia sphagnicola*), kuulehine niitsammal (*Cephalozia lunulifolia*), ujuv võsusammal (*Cladopodiella fluitans*) (Ingerpuu, Vellak 1998)), siis võib järeldada, et muutused samblarinde katvuses ning turbalasundi paljastumine võib maksasamalde kasvu soodustada.

Soontaimede katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes üks aasta peale mõlemal viisil (jalgsi, räätsadega) ning kõikide kordustega (80, 160, 320) tallamist tallamisjärgselt (2017) hinnatud katvusest veelgi enam. Soontaimede katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust. Soontaimede katvus vähenes võrreldes 80 ja 320 tallamiskorda omavahel (v.a eelnevalt analüüsis kajastatud liikide) 3,3%.

Oluline on välja tuua, et taimeliikide (v.a eelnevalt analüüsis kajastatud liikide) katvus mõlema tallamisviisi ning kõikide tallamiskorduste (80, 160, 320) korral ületas kaks aastat peale

tallamist (2020) püsiruutudes enne tallamist mõõdetud tulemused (320 tallamiskorra puhul minimaalselt), kuid kontrollruutude katvusi ei ületatud. Samad tulemused saadi ka kolm aastat peale tallamist, kus katvus olid veelgi suurenenud. Võib järeldada, et taimeliikide (v.a eelnevalt analüüsis kajastatud liikide) katvus suurenes 2019. ja 2020. aastal kogu koosluses ning ehkki analüüsi kohaselt toimus taastumine kõikide tallamiskordusega tallatud aladel, ei saa kinnitada, kas tegu oli loomuliku muutusega kogu koosluses või tavapärase häiringust taastumisega.

Antud magistritöös saab teha järgmised järeldused:

1. Puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas vähenes sammaltaimede katvus oluliselt sõltumata tallamise viisist ning jalgsi tallamise ja räätsadega tallamise korral ei ole kahjustuste tekkimisel mingit olulist erinevust.
2. Puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas erinevatel tallamisviisidel (jalgsi, räätsadega) tallates vähenes sammaltaimede katvus oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust. Statistiliselt olulist erinevust ei olnud katvuse vähenemisel 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Kõige enam vähenes (ca 20% enam 80 ja 160 tallamiskordadest) sammaltaimede katvus 320 tallamiskorra puhul.
2. Erinevate tallamisviiside (jalgsi, räätsadega) ja tallamiskorduste (80, 160, 320) puhul vähenes sammaltaimede katvus oluliselt kõikides kasvukohatüüpides, ent kõige enam (ca 25% enam teistest kasvukohatüüpidest) vähenes katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis.
3. Olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust ei olnud kolm aastat peale tallamist puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas olulisel määral sammaltaimede katvuse taastumist toimunud.
4. Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes sammaltaimede, kanarbiku (*C. vulgaris*), turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*), maksa- ja lehtsammalde ning taimeliikide (v.a eelnevalt analüüsis kajastatud liikide) katvus oluliselt sõltumata tallamise viisist.
5. Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes punase turbasambla (*S. rubellum*) katvus olenemata tallamise viisist oluliselt samal aastal (2017) peale 320 tallamiskordusega tallamist ning üks aasta (2018) peale tallamist, kuid seejärel hakkas taastuma. Võib järeldada, et punane turbasammal (*S. rubellum*) on jalgsi ja räätsadega 80 ja 160 korral tallamisest võimeline taastuma, kuid peale 320 korda tallamist võtab taastumine aega kauem kui kolm aastat.

6. Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *Sphagnum rubellum*) katvus oluliselt sõltumata tallamiskordade arvust, kuid statistiliselt olulist erinevust ei olnud katvuse vähenemisel 80 ja 160 tallamiskordade vahel. Kõige enam vähenes (ca 24% enam 80 ja 160 tallamiskordadest) sammaltaimede katvus 320 tallamiskorra puhul.

7. Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes turbasammalde (*Sphagnumite*, v.a *S. rubellum*) katvus kuni kaks aastat peale tallamist ning ehkki kolm aastat peale tallamist hakkas katvus suurenema, siis võrreldes tallamiseelse seisuga olulist taastumist ei toimunud.



## KOKKUVÕTE

Jalgsi tallamise mõjudest taimekooslustele on läbi viidud palju uuringuid, kuid enamus neist kajastavad mineraalmaa kooslustes toimunud muutusi. Sookooslustes on läbi viidud mõned uuringud jalgsi tallamise kohta. On leitud, et kõige tundlikumad on kõrgema veetasemega sookooslused, mis ka taastuvad tallamisest aeglasemalt ning vaevalisemalt.

Magistritöö eesmärgiks oli bakalaureusetöö „Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise meetodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel“ (2018) raames läbi viidud katse tulemuste analüüsimine. Selleks analüüsiti jalgsi ja räätsadega tallamisest mõjutatud taimkatte kahjustuste ulatust ja tallamisjärgset taastumist puis-mättarabas, puis-peenra-älverabas ja peenra-älverabas 80, 160 ja 320 tallamiskordade puhul.

Magistritöö tulemustest selgus, et sammaltaimede katvus väheneb erinevates kasvukohatüüpides (puis-mättaraba, puis-peenra-älveraba, peenra-älveraba) oluliselt sõltumata tallamise viisist ning tallamiskodadest. Jalgsi tallamise ja räätsadega tallamise korral ei ole kahjustuste tekkimisel mingit olulist erinevust. Kõige enam vähenes sammaltaimede katvus peenra-älveraba kasvukohatüübis. Lisaks selgus, et kui 80 ja 160 tallamiskorda vähendavad katvust sarnasel määra, väheneb sammaltaimede katvus võrreldes eelnevate tallamiskordadega 320 tallamiskorra puhul oluliselt rohkem.

Peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes sammaltaimede, kanarbiku (*C. vulgaris*), turbasammalde (*Sphagnum*ite, v.a *S. rubellum*), maksa- ja lehtsammalde ning soontaimede katvus oluliselt sõltumata tallamise viisist. Olenemata tallamisviisist ning tallamiskordade arvust ei olnud kolm aastat peale tallamist olulisel määral eelpool toodud liikide katvuse taastumist toimunud. Lisaks selgus tulemustest, et peenra-älveraba kasvukohatüübis vähenes punase turbasambla (*S. rubellum*) katvus olenemata tallamise viisist oluliselt tallamisega samal aastal ning üks aasta peale tallamist, kuid seejärel hakkas taimkate taastuma. Sellegipoolest punane turbasammal (*S. rubellum*) peale 320 tallamiskorda tallamiseelset katvust ei saavutanud.

Tuginedes kirjandusele ja antud magistritöö tulemustele võib öelda, et jalgsi ning räätsadega tallamine mõjutab oluliselt sookoosluste taimkatet ning olenemata tallamisviisist ja

tallamiskordade arvust sammaltaimede katvuse taastumist esimese kolme tallamisjärgse aasta jooksul ei toimunud. Punane turbasammal (*S. rubellum*) on peale mõõdukat tallamist (80-160 tallamiskorda) võimeline taastuma, kuid peale 320 korda tallamist võtab taastumine aega kauem kui kolm aastat.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- \***Bayfield, N. G.** (1979). Recovery of four montane heath communities on Cairngorm, Scotland, from disturbance by trampling. - *Biological Conservation*. Vol. 15, No. 3, pp. 165-179, viidatud:
- Rosenburgh, A. E.** (2015). Restoration and recovery of sphagnum on degraded blanket bog. (Doctoral thesis). Division of Biology and Conservation Ecology. School of Science and the Environment. Manchester Metropolitan University. lk 21 vahendusel.
- Cole D. N.** (2004b). Impacts of hiking and camping on soils and vegetation: a review. - *Environmental impact of ecotourism*. /Buckley R, editor. Oxfordshire, UK: CABI, pp. 41–60.
- Cole, D. N., Bayfield, N. G.** (1993). Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures. - *Biological Conservation*., Vol. 63, No. 2, pp. 209-215.
- Erit, K.** (2020). Räätsaturism Eestis ja räätsaturismi hea tava. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 64 lk.
- Hiemstra, H.** (2020). Embrace Winter On A Pair Of Snowshoes. Minnesota DNR. [WWW] <https://hmongtimes.com/embrace-winter-on-a-pair-of-snowshoes/3295/> (20.01.2021)
- Ilomets, M., Kimmel, K., Stén, C.-G., Korhonen, R.** (2007). Sood Eestis ja Lõuna-Soomes. MTÜ GEOGuide Baltoscandia. Tallinn. 1–10.
- Kellomäki, S.** (1977). Deterioration of forest ground cover during trampling. – *Silva Fennica*. Vol 11, No 3, pp. 153-161.
- Kimmel, K.** (2015). Eesti sood. Tallinn: Varrak.
- Korolkova, E. O., Mironova, A. V.** (2019). Recreational sustainability of bog plant communities in Politovsky state nature reserve (Russia). – *Nature Conservation Research*. No. 4 (4), pp. 73–80.
- Leave No Trace Ethics – Backcountry snowsports. (2018). Leave No Trace Center for Outdoor Ethics. [WWW] <https://lnt.org/wp-content/uploads/2018/10/Leave-No-Trace-Backcountry-Snowsports.pdf> (20.01.2021)
- Leung, Y. F., Magro-Lindenkamp, T. C.** (2019). A research Agenda for Sustainable Tourism. - Managing environmental impacts of tourism. Edward Elgar Publishing. 223 pp.

- Liiber, Ü., Mander, Ü.** (2014). Üldmaateadus. Geograafia õpik kõrgkoolidele. Tartu: Tartu Ülikool. Loodus-ja tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja maateaduste instituut.
- Looduslik mitmekesisus. Sood. (2014). Keskkonnaülevaade. – Keskkonnaagentuur. [WWW] [https://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/ky\\_2013\\_pt7.pdf](https://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/ky_2013_pt7.pdf) (24.01.2021)
- Luks, H.** (2006). Taasavastatud vana – räätsad. – Go Reisiajakiri. Nr 5. [e-ajakiri] <https://reisikirjad.gotravel.ee/ajakiri/taasavastatud-vana-raatsad/> (20.01.2021)
- Masing, V.** (1972). Nature conservation of peatlands in the Soviet Union. Proc.int.Peat Congr., Helsinki 4th, 1, pp. 159-166.
- \*Masing, V.** (1984). Estonian bogs: plant cover, succession and classification. — In: Moore, P.D. (ed.). European mires. Academic Press, London, pp. 119-148, viidatud: **Paal, J.** (1999). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. [WWW] [http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse\\_Artiklite\\_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf](http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse_Artiklite_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf) (24.01.2021) lk 139 vahendusel.
- Masing, V.** (1992). Ökoloogialeksikon. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn.
- Paal, J.** (1999). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. (1999). [WWW] [http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse\\_Artiklite\\_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf](http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse_Artiklite_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf) (24.01.2021)
- Paal, J., Leibak, E.** (2013). Eesti soode seisund ja kaitstud. Eesti: AS Regio. [on-line] ebrary (18.01.2021). [https://issuu.com/elfond/docs/eesti\\_sode\\_seisund\\_ja\\_kaitstud](https://issuu.com/elfond/docs/eesti_sode_seisund_ja_kaitstud)
- Prater, G.** (2002). Snowshoeing: From Novice to Master. 5th edition. Felkley Dave (Ed.). The Mountaineers Books, Seattle. 207 p. viidatud: Hamilton, R. (2005). Book Review. Snowshoeing: From Novice to Master. - *Wilderness & Environmental Medicine, Vol 16, No 2, pp e8*.
- Pungas-Kohv, P., Kesksaik, R., Kohv, M., Oja, T., Kull, K., Palang, H.** (2014). Interpreting Estonian mires: common perception and changing practices. Fennia - International Journal of Geography. Accepted manuscript.
- \*Rydin, H. & Jeglum, J.** (2006). The Biology of Peatlands. Oxford University Press, New York, viidatud: Karro, E. (2017). Turbasammalde kasvu mõjutavad tegurid ning ülevaade kasvu mõõtmise meetoditest. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut. Tartu. lk 13 vahendusel.

- RMK aastaraamat 2016. [WWW] [https://media.rmk.ee/files/RMK\\_Aastaraamat\\_2016\\_est.pdf](https://media.rmk.ee/files/RMK_Aastaraamat_2016_est.pdf)  
(18.01.2021)
- RMK aastaraamat 2019. [WWW] [https://media.rmk.ee/files/RMK\\_aastaraamat\\_2019\\_EST.pdf](https://media.rmk.ee/files/RMK_aastaraamat_2019_EST.pdf)  
(18.01.2021)
- Roosaluste, E.** (1981). Vlijanie vötapťovanija na rastitelnost bolot. – V kn.: Antropogennöje izmenenija, ohrana rastitelnosti bolot i prilējajuših territorii. Minsk. S. pp. 113-116.
- Roosaluste, E.** (1988). Izmenenie rastitelnogo pokrova na territorijah Viidumjaeskogo i Nigulaskogo zapovednikov (Estonskaja SSR). – Avtoref. diss. kand. biol. nauk. Vilnjus. 22 pp.
- Rosenburgh, A. E.** (2015). Restoration and recovery of sphagnum on degraded blanket bog. (Doctoral thesis). Division of Biology and Conservation Ecology. School of Science and the Environment. Manchester Metropolitan University.
- Slater, F. M., Agnew, A. D.** (1977). Observations on a peat bog's ability to withstand increasing public pressure. - *Biological conservation*. Vol. 11, No. 3, pp. 21-27.
- Tammiste, D. E.** (2018). Tallamisest tuleneva koormuse mõõtmise metoodika väljatöötamine ja rakendamine sookooslustes Kullisoo näitel. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 41 lk.
- Tohva, L.** (2020). Kust on räätsamatkamine alguse saanud? [WWW] <https://www.matkajuht.ee/r%C3%A4%C3%A4tsade-ajaloost/> (20.01.2021)
- Wagar, J. A.** (1964) The carrying capacity of wild lands for recreation. Forest Science Monograph 7. Washington, D.C., Society of American Foresters.
- Valk, U.** (1988). Eesti sood. Valgus. Tallinn. 342 lk.
- Valk, U.** (2005). Eesti rabad: Ökoloogilis-metsanduslik uurimus. Tartu: Eesti põllumajandusülikool. Metsanduslik uurimisinstituut. 314 lk.
- Vellak, K., Ingerpuu, N.** (1998). Eesti sammalde määraja. EMPÜ ZBI. Eesti Loodusfoto. Tartu. 239 lk.
- Vellak, K., Ingerpuu, N., Karofeld, E.** (2013). Eesti turbasamblad. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu. 136 lk.

**Välbe, K.** (2015). Laudteede mõju Eesti rabade taimkattele. Bakalaureusetöö. Tallinna Ülikooli matemaatika ja loodusteaduste instituut. Tallinn. 52 lk.

**LISAD**

## Lisa 1. Lihtlitsents

### **Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Diana Elisa Tammiste

Sünniaeg 29.05.1996,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö Räätsadega tallamise mõju rabakoosluste taimeistikule Kullisoo näitel, mille juhendajad on Marika Kose, Tiiu Kull, Lauri Laanisto,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor (allkirjastatud digitaalselt)

Tartu, 24.05.2021

---

### **Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

---

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

---

*(kuupäev)*

---

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

---

*(kuupäev)*

---

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

---

*(kuupäev)*